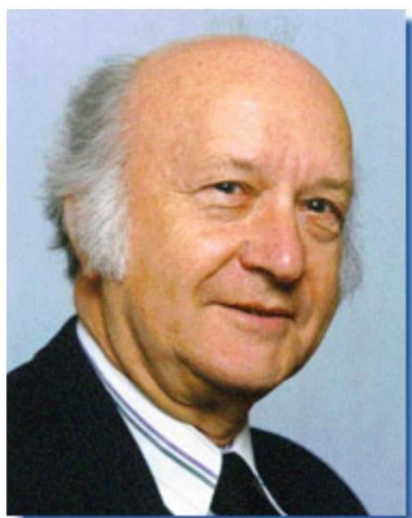


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей
имени А.О. Ковалевского РАН»
Отдел радиационной и химической биологии
Крымское отделение Гидробиологического общества при РАН



РАДИОХЕМОЭКОЛОГИЯ: УСПЕХИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

МАТЕРИАЛЫ ЧТЕНИЙ

ПАМЯТИ АКАДЕМИКА Г.Г. ПОЛИКАРПОВА

Севастополь, 14 - 16 августа 2019 г.

Севастополь
2019

СБС - ИНБЮМ - ФИЦ ИНБЮМ



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН»
Отдел радиационной и химической биологии
Крымское отделение Гидробиологического общества при РАН

**Посвящается 90-летию со дня рождения
Геннадия Григорьевича Поликарпова**

РАДИОХЕМОЭКОЛОГИЯ: УСПЕХИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

МАТЕРИАЛЫ ЧТЕНИЙ
ПАМЯТИ АКАДЕМИКА Г.Г. ПОЛИКАРПОВА
Севастополь, 14-16 августа 2019 г.



Севастополь
2019

УДК 574:539.16:001
ББК 28.081.28
Р 15

Радиохемозэкология: успехи и перспективы : материалы чтений памяти академика
Р 15 Г.Г. Поликарпова, Севастополь, 14-16 августа 2019 г. – Севастополь : ФИЦ ИнБЮМ,
2019. – 92 с.
ISBN 978-5-6042938-3-6 DOI: 10.21072/978-5-6042938-3-6

В сборник вошли тезисы докладов, представленных на Чтениях памяти академика Геннадия Григорьевича Поликарпова «Радиохемозэкология: успехи и перспективы», биографический очерк жизни великого ученого, материалы из архивов Геннадия Григорьевича и отдела радиационной и химической биологии ИнБЮМ.

УДК 574:539.16:001
ББК 28.081.28

Главный редактор
акад. РАН, д.б.н., проф. **Егоров Виктор Николаевич**

Ответственный редактор
Проскурнин В.Ю.

Редколлегия
Мирзоева Н.Ю.
Терещенко Н.Н.
Малахова Л.В.
Коротков А.А.
Марченко Ю.Г.
Малахова Т.В.

Программный комитет Чтений:
Председатель: **Егоров Виктор Николаевич**, академик РАН, научный руководитель ФИЦ ИнБЮМ,
д.б.н., профессор
Заместитель председателя: **Мирзоева Наталья Юрьевна**, руководитель отдела радиационной и химической
биологии ФИЦ ИнБЮМ, вед.н.с., к.б.н.

Члены программного комитета:
Терещенко Наталия Николаевна, вед.н.с., к.б.н.
Малахова Людмила Васильевна, вед.н.с., к.б.н.
Шадрин Николай Васильевич, вед.н.с., к.б.н.

Организационный комитет Чтений:
Председатель: **Проскурнин Владислав Юрьевич**
Заместитель председателя: **Малахова Татьяна Владимировна**, к.б.н.

Члены организационного комитета:
Марченко Юлия Григорьевна
Гулина Лариса Викторовна
Коротков Андрей Анатольевич
Крылова Татьяна Алексеевна
Чужикова-Проскурнина Ольга Дмитриевна
Мирошниченко Оксана Николаевна
Сидоров Илья Геннадьевич
Параскив Артем Алексеевич
Кравченко Наталья Витальевна
Решетник Лев Владимирович
Лобко Вероника Викторовна
Архипова Светлана Ивановна

Утверждено к печати ученым советом
ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН»
(протокол № 5 от 24 июня 2019 г.)

ISBN 978-5-6042938-3-6

© Авторы, 2019
© ФИЦ ИнБЮМ, 2019

Оглавление

К 90-летию со дня рождения академика Геннадия Григорьевича Поликарпова	7
Основные даты жизни и деятельности академика Г.Г. Поликарпова	10
Пленарные доклады	15
<i>Егоров В.Н.</i> Академик Геннадий Григорьевич Поликарпов – создатель новой науки: морской радиационной и химической биологии	16
<i>Мирзоева Н.Ю., Егоров В.Н.</i> Морские радиоэкологические исследования в ОРХБ: итоги и перспективы	17
<i>Мильчакова Н.А.</i> Неизвестные страницы биографии и научно-общественной деятельности профессора В.А. Водяницкого, основателя Института биологии южных морей (Севастополь)	18
<i>Кутлахмедов Ю.А.</i> Чернобыльские воспоминания о школе Г.Г. Поликарпова	19
<i>Матишов Г.Г.</i> Динамика радиоактивного загрязнения среды и биоты морей Северного Ледовитого океана	21
Секция Отклик биоты и его оценка при радиационном воздействии на разных уровнях организации живого вещества	22
<i>Королев В.Г.</i> Молекулярные основы эффекта малых доз радиации	23
<i>Карпенко Е.И., Нуштаева В.Э., Спиридонов С.И.</i> Оценка дозовых нагрузок на водные экосистемы в районе расположения Белоярской АЭС	24
<u><i>Степанова В.П.</i></u> , <i>Суслов А.В., Суслова И.Н., Суханова Е.А., Яровой Б.Ф., Вербенко В.Н.</i> Адаптационные резервы геномов природных штаммов дрожжей, устойчивых к солям тяжелых металлов и радионуклидов	25
<i>Спиридонов С.И., Микаилова Р.А.</i> Оценка радиационного воздействия на древесный ярус леса при постулированных тяжелых авариях на АЭС	26
<i>Сысоева И.В.</i> Пострадиационные изменения содержания адениновых нуклеотидов, как показатель энергетического обмена в тканях головного мозга крыс	27
Секция Ремедиация биокосных объектов, подвергшихся радиохемо-экологическому воздействию	28
<i>Кравченко В.В.</i> Экологическая переработка отвалов урановых шахт с получением прибыли и с переходом на безотвальную технологию	29

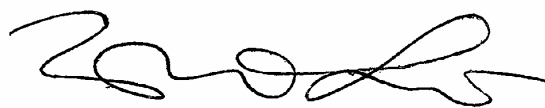
<i>Хижняк Т.В., Брюханов А.Л.</i> Восстановление тяжелых металлов и радионуклидов сульфатредуцирующими и галоалкалофильными бактериями в лабораторных модельных условиях с целью биоремедиации загрязненных вод	31
<i>Терещенко Н.Н.</i> Применение концептуальной модели зональности хронического действия мощностей доз ионизирующих излучений на объекты биосферы акад. Г.Г. Поликарпова в прикладной гидробиологии	32
<i>Секция Радиационные и химические загрязнения в экосистемах, радиотрассерные исследования: морская, пресноводная и сухопутная радиоэкология</i>	33
<i>Малахова Л.В.</i> Загрязненность хлорорганическими соединениями черноморских гидробионтов в период с 1982 по 2018 гг.	34
<i>Буфетова М.В.</i> Тяжелые металлы в абиотических компонентах Азовского моря	35
<i>Поповичев В.Н.</i> Фосфорный обмен взвешенного вещества эвфотической зоны Черного моря	36
<i>Довгий И.И., Кременчуцкий Д.А., Чепыженко А.И., Бежин Н.А., Товарчий Я.Ю., Шибеевская Ю.Г.</i> Изотопы радия как трассеры субмаринной разгрузки подземных вод	37
<i>Мирошниченко О.Н., Параскив А.А., Кравченко Н.В.</i> Оценка содержания ^{137}Cs в поверхностных водах морей Дальнего востока России по результатам экспедиционных исследований 2018 года	38
<i>Кравченко Н.В., Мирзоева Н.Ю., Архипова С.И.</i> Особенности распределения ^{90}Sr в абиотических компонентах водных экосистем озер Крыма	39
<i>Параскив А.А., Терещенко Н.Н., Проскурнин В.Ю., Чужикова-Проскурнина О.Д.</i> Изменение седиментационных потоков плутония в донные отложения Севастопольской бухты в период до и после аварии на ЧАЭС	40
<i>Трапезников А.В., Трапезникова В.Н., Коржавин А.В., Николкин В.Н., Платаев А.П.</i> Накопление ряда техногенных радионуклидов в ихтиофауне пресноводных экосистем, подверженных длительному воздействию предприятий ядерного топливного цикла	41
<i>Стецюк А.П.</i> Концентрация растворенной и взвешенной форм ртути в морской пене и воде	42
<i>Мирошниченко О.Н., Мирзоева Н.Ю.</i> Распределение ^{137}Cs в абиотических компонентах озера Сасык-Сиваш и озера Кызыл-Яр	43

<i>Терещенко Н.Н., Трапезников А.В., Параскив А.А., Проскурнин В.Ю., Платаев А.П., Чужикова-Проскурнина О.Д., Крылова Т.А.</i> Современное состояние распределения техногенных радионуклидов плутония ^{238,239,240}Pu в соленых озерах Крыма	44
<i>Сидоров И.Г., Мирошниченко О.Н., Проскурнин В.Ю.</i> Дифференцированная оценка содержания ¹³⁷Cs на биогенном и литогенном взвешенном веществе в Черном и Азовском море	45
<i>Проскурнин В.Ю., Терещенко Н.Н., Параскив А.А., Чужикова-Проскурнина О.Д.</i> Трансурановые элементы в глубоководных донных отложениях Черного моря	46
<i>Коротков А.А., Ревков Н.К., Лазоренко Г.Е.</i> ²¹⁰Po в некоторых компонентах экосистем крымского побережья Черного моря	47
Секция Жизнь в экстремальных местообитаниях: аноксийные/гипоксийные биотопы	48
<i>Шадрин Н.В.</i> Жизнь в гипоксией и аноксией среде: сравнение Черного моря и гиперсоленых озер и лагун Крыма	49
<i>Булат С.А.</i> Жизнь во льду подледникового Антарктического озера Восток	50
<i>Малахова Т.В.</i> «Метановый парадокс» в Черном море	51
<i>Артемов Ю.Г.</i> К оценке составляющих бюджета метана в Черном море	52
Материалы из архивов Геннадия Григорьевича Поликарпова и отдела радиационной и химической биологии ИнБЮМ	53

*«Дорогие коллеги, ученики и ученики учеников!
Вначале (в 1956 году) было "слово"
директора СБС АН СССР проф. В.А. Водяницкого,
и это слово было "РАДИОБИОЛОГИЯ".*

*Затем (в 1957 году) была премия
"За организацию лаборатории радиобиологии и ее работы".
И пошло - поехало.
И до сих пор!..»*

**От имени Великого почина 1956 года:
неизменно ваш ГГП
(2005 г.)**



К 90-летию со дня рождения академика Геннадия Григорьевича Поликарпова

16 августа 2019 г. исполняется 90 лет со дня рождения доктора биологических наук, профессора, академика Национальной академии наук Украины Геннадия Григорьевича Поликарпова – выдающегося ученого, основателя морской радиохемоэкологии, создателя Отдела радиационной и химической биологии Института биологии южных морей, заслуженного деятеля науки и техники Украины, лауреата Государственной премии Украины в области науки и техники, почетного члена Международного союза радиохемоэкологии, вице-президента Международного союза экоэтики, кавалера орденов «Знак Почета» и «За заслуги» III степени, а также многих других отечественных и международных наград.

Г.Г. Поликарпов – человек удивительной судьбы, уникального научного таланта. Он сумел из простого сельского мальчишки, познавшего все тяготы и лишения довоенного, военного и послевоенного времени, стать выдающимся специалистом в области морской радиационной биологии и радиохемоэкологии. Биография Геннадия Григорьевича – это не просто вехи жизни гениального ученого, это – ярчайший пример для молодых ученых и для совершенствования уже состоявшихся в науке специалистов.

Родился Геннадий Григорьевич 16 августа 1929 г. в селе Большая Глушица, Больше-Глушицкого района Самарской области. В 1952 г. закончил биолого-почвенный факультет Саратовского госуниверситета им. Н.Г. Чернышевского по специальности «зоолог». Г.Г. Поликарпов вспоминал: «Мой вклад в область, преимущественно, морской радиохемоэкологии и смежных дисциплин начал накапливаться с 1951 г., когда была опубликована моя первая работа, подготовленная с руководителем проф. А.А. Зубковым, заведующим кафедрой физиологии животных биофака Белорусского госуниверситета. Я был весьма увлечен основательным изучением биологии и экологии гидр, и это мне очень пригодилось в аспирантуре по биофизике, которую я проходил с 1953 г. на биофаке Саратовского госуниверситета под руководством проф. В.С. Елпатьевского. В 1954-56 гг. выполнил работу над диссертацией под руководством первого заведующего кафедрой биофизики биофака МГУ проф. Б.Н. Тарусова. В тот же период изучил изотопные методы исследования на практикуме, организованном при Институте биофизики АН СССР под руководством проф. И.Н. Верховской. В 1957 г. защитил кандидатскую диссертацию «Особенности реакций радиационного последствия (исследования на гидрах)» по специальности «радиобиология». В 1964-м, Г.Г. Поликарпов защитил докторскую диссертацию «Проблемы морской радиохемоэкологии» по специальности «радиобиология».

Летние работы в 1957-58 гг. на биостанции Института экологии растений и животных УФАН СССР «Большое Миассово» в Челябинской области, руководимые проф. Н.В. Тимофеевым-Ресовским и Е.А. Тимофеевой-Ресовской, определили направление дальнейших исследований. С 1956 г. было начато формирование научного коллектива морских радиохемоэкологов и создание материальной базы – лаборатории биофизики-радиобиологии на Севастопольской биологической станции им. А.О. Ковалевского АН СССР (СБС)». В 1963 г. лаборатория биофизики-радиобиологии СБС реорганизована в Отдел радиобиологии, который в дальнейшем был переименован в Отдел радиационной и химической биологии (ОРХБ) Института биологии южных морей им. А.О. Ковалевского (ИнБЮМ) АН УССР (с 2019 г. – ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН»). При поддержке Президента АН УССР акад. Б.Е. Патона, Научного совета по радиобиологии АН УССР и АН СССР, Научного совета по гидробиологии и водным ресурсам АН СССР, Океанографической комиссии Президиума АН СССР, по инициативе, активной настойчивости и непосредственном участии Г.Г. Поликарпова в Севастополе был построен специальный корпус для ОРХБ. Этот отдел Геннадий Григорьевич возглавлял до 1991 г., когда передал заведование своему ученику – академику РАН В.Н. Егорову, уйдя на должность главного научного сотрудника.

За время своей многолетней творческой деятельности академик Г.Г. Поликарпов опубликовал персонально и в соавторстве свыше 900 научных трудов, включая ряд монографий, крупных обзоров и изобретений, многие из которых, став классическими научными произведениями, неоднократно переиздавались, в том числе за рубежом.

Как отмечал он сам: «Это многочисленные совместные работы с моими учениками, сотрудниками отдела и с подготовленными мною молодыми учеными, аспирантами и соискателями из Украины, России, Литвы, Латвии, Азербайджана. Часть работ написана в творческом содружестве с коллегами из других отделов ИнБЮМ, национальных и международных организаций и научных центров Европы, Америки, Азии. Среди них на первом месте – Международный союз радиоэкологии (в то время Президент – доктор философии Франсуа Брешиньяк, Франция) и Международный союз экоэтики (в то время Президент – профессор, доктор Отто Кинне, Германия)».

Г.Г. Поликарпов внес огромный вклад в развитие мировой науки, как ученый и создатель научной школы. Среди его учеников 3 доктора (В.Н. Егоров, С.Б. Гулин, Г.Е. Лазоренко) и 29 кандидатов наук. Своим авторитетом и знаниями академик Г.Г. Поликарпов оказал влияние на многих коллег, которые не были его непосредственными учениками, воспитав, по сути, несколько поколений ученых – гидробиологов, экологов, радиобиологов, радиоэкологов, биогеохимиков.

Г.Г. Поликарпов был инициатором ряда новых научных направлений. К 1964 г. создал научную дисциплину – морскую радиоэкологию, а в дальнейшем на ее основе – радиохемэкологию, молисмологию и эквидозиметрию морских экосистем. Теоретические подходы к пониманию закономерностей, описывающих миграцию радионуклидов в Мировом океане и действие ионизирующих излучений на гидробионты, были успешно дополнены результатами экспериментальных исследований, проводимых в отделе под его руководством. Геннадий Григорьевич принимал активное участие в деле охраны гидросферы от радиоактивных и химических загрязнений, особенно при подготовке международных соглашений по мораторию на захоронение твердых радиоактивных отходов в моря и океаны.

Среди самых первых практических и животрепещущих проблем в начальный период времени морской радиоэкологии в Севастополе (1956-1960 гг.), наряду с приоритетной разработкой фундаментальных научных проблем, был и весьма принципиальный конкретный практический вопрос, поставленный перед отечественной и международной общественностью директором СБС проф. В.А. Водяницким в статье «Допустим ли сброс отходов ядерных производств в Черное море?» в журнале АН СССР «Природа» в качестве острой реакции на соответствующую неожиданную инициативу в Конгрессе США. Результаты приоритетных исследований коллектива под руководством Геннадия Григорьевича позволили дать радиоэкологически обоснованный ответ о недопустимости сброса отходов ядерных производств в Черное море. Директор ИнБЮМ, чл.-корр. АН УССР, проф. В.А. Водяницкий писал впоследствии в своих воспоминаниях: «Работы ИнБЮМ по водообмену в Черном море и радиоэкологии сыграли большую роль в отклонении предложений западных держав о сбросе отходов атомных производств в глубины Черного моря».

Многие годы Г.Г. Поликарпов работал над применением экоэтического подхода в радиационной защите биоты. Так, в 1977 г. он сформулировал концепцию зональности хронического действия всех существующих и возможных мощностей доз ионизирующих излучений на разные уровни организации жизни. На Генеральной Ассамблее Международного союза радиоэкологии (2008 г., Берген, Норвегия) предложенные им зоны по действию ионизирующих излучений было принято называть «зонами Поликарпова», а сама концепция нашла отражение в новой редакции рекомендаций МКРЗ по радиационной безопасности человека и биосферы.

В 1984 г. по инициативе и под руководством Г.Г. Поликарпова при участии д.б.н. Г.Е. Лазоренко и к.б.н. Н.Н. Терещенко были изучены питательные свойства окисленных морских вод из сероводородной глубинной толщи Черного моря, как среды для

культивирования морских водорослей. Геннадий Григорьевич принимал участие в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС. Под его руководством были развернуты масштабные радиоэкологические исследования после аварии на ЧАЭС, результаты которых отражены в фундаментальной коллективной монографии «Радиоэкологический отклик Черного моря на чернобыльскую аварию» под редакцией Г.Г. Поликарпова и В.Н. Егорова (2008).

В 1989 г. В.Н. Егоров и Г.Г. Поликарпов сделали географическое открытие – струйные метановые газовыделения со всех глубин Черного моря, а в дальнейшем в сотрудничестве с С.Б. Гулиным обнаружили ранее неизвестную форму жизни в сероводородной зоне Черного моря – кораллоподобные микробные постройки. В 2011 г. результаты этой работы были обобщены в виде монографии Егоров В.Н., Артемов Ю.Г., Гулин С.Б. «Метановые сипы в Черном море: средообразующая и экологическая роль» под редакцией Геннадия Григорьевича Поликарпова.

В 2007-2008 гг. Г.Г. Поликарпов вместе с акад. Ю.П. Зайцевым инициировал изучение биосферной роли неизвестного ранее явления в батии Черного моря – наличия жизнеспособных спор морских и пресноводных водорослей, наземных грибов.

В 2009 г. академик Г.Г. Поликарпов предложил использовать сероводородные условия глубин Черного моря, как аноксичный аналог экологических условий на других космических телах в качестве полигона для экзобиологии, в 2012-м изложил концептуальную модель экстремального биогеоценоза сероводородной зоны Черного моря.

Г.Г. Поликарпов всегда уделял большое внимание развитию международных связей и сотрудничества, работал в международных научных коллективах, избирался на руководящие должности международных научных радиоэкологических организаций. Он был членом редсоветов и редколлегий 5 национальных и международных журналов.

Отражая в деталях и событиях жизненный путь Геннадия Григорьевича, невольно отмечаешь, что сделанного им, как ученым и как человеком, хватило бы на несколько жизней. И сегодня научные идеи Г.Г. Поликарпова перспективны, глобально масштабны, служат научным ориентиром исследований как отдела радиационной и химической биологии ИнБЮМ, так и в мировой науке.

Ученики, коллеги, друзья и соратники Г.Г. Поликарпова испытывают чувство глубокого восхищения его талантом, организаторскими способностями, абсолютной преданностью работе, редкостной доброжелательностью, открытостью, постоянной готовностью передавать свои знания и умение окружающим, помогать им и радоваться их успехам. Сама причастность к знаменитой школе Геннадия Григорьевича Поликарпова дает силы и уверенность в неиссякаемом прогрессе научного познания Мирового океана.

Егоров В.Н., акад. РАН, д.б.н., проф., науч. рук. ФИЦ ИнБЮМ

Мирзоева Н.Ю., к.б.н., вед.н.с., рук. ОРХБ

Терещенко Н.Н., к.б.н., вед.н.с.

Малахова Л.В., к.б.н., вед.н.с.

Проскурнин В.Ю., м.н.с.

Марченко Ю.Г., вед.инж.

Основные даты жизни и деятельности академика Г.Г. Поликарпова¹

- Геннадий Григорьевич Поликарпов (Геннадій Григорович Полікарпов, Gennady G. Polikarpov) родился 16 августа 1929 г. в с. Большая Глушица Больше-Глушицкого района Самарской области Российской Федерации СССР в семье почтового служащего – Поликарповых Григория Ивановича и Елены Петровны. Во время Великой Отечественной войны воспитывался в том же селе Смагиными Петром Ивановичем и Прасковьей Пантелеевной - дедушкой и бабушкой по матери.
- Начальное, семилетнее и среднее образование Г.Г. Поликарпов получил в 1937-1947 гг. в школах с. Большая Глушица, г. Ашхабада (Туркменская ССР), г. Кагана Бухарской обл. (Узбекская ССР) и г. Слонима Барановичской обл. (Белорусская ССР).
- Студенческие годы Г. Г. Поликарпова проходили в Минске и Саратове:
- 1948-1951 гг. Студент биофака Белорусского госуниверситета (I-III курсы обучения) (Минск).
- 1951-1952 гг. Студент биофака Саратовского госуниверситета им. Н.Г. Чернышевского (IV-V курсы обучения), который окончил с отличием по специальности «зоолог».
- 1952-1953 гг. Преподаватель биологии и химии старших классов средней школы с. Большая Глушица Самарской области.
- 1953-1956 гг. Аспирант Саратовского госуниверситета им. Н.Г. Чернышевского. При этом 1-ый год обучения в аспирантуре проходил в Саратовском госуниверситете, а 2-ой и 3-ий годы обучения и написание диссертации - в Московском орденов Ленина и Трудового Красного Знамени госуниверситете им. М.В. Ломоносова (МГУ).
- 1956-1957 гг. Организация лаборатории биофизики / морской радиобиологии на Севастопольской биологической станции им. А.О. Ковалевского АН СССР (Севастополь).
- 1956-1961 гг. Младший научный сотрудник / организатор и заведующий лабораторией радиобиологии Севастопольской биологической станции им. А.О. Ковалевского АН СССР (Севастополь).
- 1957 г. Защита кандидатской диссертации "Особенности реакций радиационного последствия (Исследования на гидрах)" по специальности "Биофизика (радиобиология)" (Спецсовет биолого-почвенного факультета МГУ).
- С 1958 г. Член Президиума и член Научного Совета по радиобиологии, включая секцию миграции и распределения радиоактивных веществ в биосфере / радиозоологии, АН СССР / РАН (Москва)
- 1958-1992 гг. Член Президиума и член Совета Всесоюзного Гидробиологического общества АН СССР (Москва).
- 1961 г. Старший научный сотрудник по специальности "Радиобиология";
- 1961 г. Участник Юбилейной конференции на Новороссийской биологической станции с основополагающим для морской радиозоологии докладом «Радиобиологические исследования на Черном море» (Новороссийск).
- 1961-1993 гг. Член редсовета журнала «Радиобиология» (СССР).
- 1962 г. Научный сотрудник экспедиции в Азовское и Черное моря, НИС «Академик А. Ковалевский».
- 1962-1963 гг. Старший научный сотрудник / Заведующий лабораторией радиобиологии Севастопольской биологической станции им. А.О. Ковалевского Академии наук УССР (Севастополь).
- 1963-1965 гг. Исполняющий обязанности заведующего отделом радиобиологии ИнБЮМ АН УССР.

¹ Информация за период с 1929 по 2009 гг. приведена из книги:

Геннадий Григорьевич Поликарпов. Библиография. – Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2009. – 146 с.

- 1964 г. Защита докторской диссертация "Проблемы морской радиоэкологии" по специальности "Радиобиология" (Спецсовет Объединенного Ученого Совета биологических наук Академии наук СССР (Киев, Президиум АН СССР).
- С 1964 г. Через аспирантуру и соискательство подготовлено 29 кандидатов наук и 3 доктора наук.
- 1965-1975 гг. Заведующий отделом радиобиологии ИнБЮМ АН УССР.
- 1965 г. Начальник экспедиции в Мексиканский залив (Советско-Кубинская экспедиция), НИС «Академик А. Ковалевский».
- 1965 г. Основание отдела радиоэкологии в Институте океанологии АН Кубы (Гавана, Куба).
- 1965-1981 гг. Член редсовета «Гидробиологического журнала» (УССР).
- 1966 г. Создано новое в мировой науке направление – «морская радиоэкология» («В РАДИОЭКОЛОГИИ ВОДНЫХ ОРГАНИЗМОВ» Г.Г. Поликарпов создал первую монографическую сводку по морской радиоэкологии...». (Пред. ред. к английскому изданию Шульца В., Университет штата Вашингтон, и Клемента А. У., мл. - Комиссия по Атомной Энергии США, офис Операций в Неваде, 1 марта 1966 г.)).
- 1967-1990 гг. Член-корреспондент АН УССР (Гидробиология моря) и член персонального состава Отделения общей биологии, Президиум АН УССР.
- 1968 г. Профессор по специальностям "Радиобиология и гидробиология";
- 1968 г. Начальник экспедиции: Черное и Средиземное моря, НИС «Академик А. Ковалевский».
- 1968-1972 гг. Заместитель директора по науке ИнБЮМ АН УССР.
- 1969-1973 гг. Национальный корреспондент СССР при ЮНЕСКО по биологии Средиземного моря (Президиум АН СССР, ИнБЮМ АН УССР, Севастополь).
- 1970 г. Медаль «За самоотверженный труд». Указ Президиума Верховного Совета СССР.
- 1970 г. Начальник отряда гидробиологии: экспедиция в Атлантический океан и Черное море, НИС «Академик Вернадский».
- 1971 г. Начальник отряда биологии: экспедиция в Черное и Средиземное моря. Участие в международной выставке в г. Бордо (Франция), НИС «Академик Вернадский».
- 1971 г. Начальник отряда гидробиологии: экспедиция в Атлантический и Тихий океаны, НИС «Академик Вернадский».
- 1971 г. Орден «Знак Почета». Указ Президиума Верховного Совета СССР (за достижения в океанических радиоэкологических исследованиях).
- 1971-1973 гг. Построен специальный радиобиологический корпус для отдела радиобиологии / радиационной и химической биологии ИнБЮМ АН УССР в Мартыновой бухте (Севастополь).
- 1971-1975 гг. Член Океанографических Комиссий АН СССР, АН УССР и Госкомитета по науке и технике СССР (Москва).
- 1973 г. Медаль Советского Фонда Мира.
- 1973 г. Эксперт Международной Морской организации (ИМО, Лондон) и МАГАТЭ по Лондонской Конвенции по дампингу радиоактивных отходов (Вена, Австрия).
- 1974 г. Член Советско-Американской рабочей группы по морской биологии, АН СССР (Москва).
- 1975 г. Председатель рабочей суб-группы по «Взаимодействию между живым веществом и водой» (Севастополь) Международной Ассоциации по Геохимии и Космохимии.
- 1975 г. Организатор и Председатель Международного Симпозиума «Взаимодействие между живым веществом и водой» (Одесса, 6 - 10 октября 1975 г.).
- 1975-1979 гг. Сотрудник и член Секретариата Международного Агентства по Атомной Энергии (Вена, Австрия).
- 1975-1979 гг. Старший научный сотрудник (Р-5). Руководитель Секции исследований окружающей среды Международной лаборатории морской радиоактивности МАГАТЭ (Монако-Вилле, Княжество Монако).

- 1977 г. Памятная медаль Объединенных Наций «В ознаменование мирного использования атомной энергии» (Нью-Йорк, США).
- 1978-1988 гг. Член-корреспондент группы экспертов по научным аспектам морского загрязнения (ГЕЗАМП) при рабочей группе по пересмотру здоровья океана (Женева, Швейцария).
- 1979 г. Почетная Грамота Верховного Совета Украинской ССР «За многолетнюю плодотворную научную работу и успехи в развитии морской радиоэкологии».
- 1979-1991 гг. Заведующий отделом радиационной и химической биологии ИнБЮМ АН УССР (Севастополь).
- 1979-1987 гг. Постоянный общественный редактор Странички серийных публикаций «Человек и море» (№ 1 - № 108) в газете «Слава Севастополя».
- 1980-1992 гг. Председатель субпроекта «Взаимодействие между водой и живым веществом» / Комитет Украинской ССР по проблеме ЮНЕСКО «Человек и Биосфера» (Киев).
- 1981-1996 гг. Постоянный член Международного союза радиоэкологии (МСР) (Брюссель, Бельгия).
- 1983 г. Научный соредактор перевода с болгарского на русский язык сборника Вылканова А. и др. «Черное море» (Л.: Гидрометеиздат, 1983. - 408 с.).
- 1983 г. Ответственный редактор Сборника тезисов «Состояние, перспективы улучшения и использование морской прибрежной части Крыма» / АН УССР, ИнБЮМ, Южный Научный центр АН УССР, Научно-координационный Совет Крымского региона. - Севастополь, 208 с.
- 1984 г. Ответственный редактор (соредактор Кондратенко В.Г.) Сборника тезисов «Всесоюзная конференция по действию малых доз ионизирующей радиации» / Научный Совет по проблемам радиобиологии АН СССР и ИнБЮМ АН УССР (октябрь 1984, Севастополь). - Киев: Наукова думка, 1984. - 109 с.
- 1984-1985 гг. Эксперт Международной Морской организации (ИМО, Лондон) и МАГАТЭ по Лондонской Конвенции в отношении радиоактивных отходов (Вена, Австрия).
- 1984-2004 гг. Рецензент журнала «Marine Ecology Progress Series» (Германия).
- 1985 г. Начальник экспедиции по Черному морю, НИС «Академик А. Ковалевский».
- С 1985 г. Постоянный член Международного Института экологии (секция морской экологии) (Ольдендорф / Луге, Германия).
- 1986 г. Грамота Верховного Совета Украинской ССР «За активное участие в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции».
- 1986-1987 гг. Председатель рабочей комиссии экспертов по водной радиоэкологии системы «Водоем-охладитель Чернобыльской АЭС, Припять, Днепр, Черное море» при Постоянной Комиссии Президиума АН УССР по ЧАЭС (Киев).
- 1987 г. Грамота Советского Комитета по Программе ЮНЕСКО «Человек и Биосфера» за активную работу по реализации Национальной Программы ЮНЕСКО «Человек и Биосфера» в Украинской ССР.
- 1988 г. Член Научного комитета IV-го Международного симпозиума по радиоэкологии в Кадараше «Влияние ядерных аварий на среду» (Кадараш, 14 - 18 марта 1988 г.) (Франция).
- С 1988 г. Член редсовета журнала «Биология моря» (Владивосток, СССР / Россия).
- 1989 г. Начальник экспедиции по Черному морю, НИС «Профессор Водяницкий».
- 1989-1995 гг. Вице-Президент. Консультативный Комитет по охране моря (АКОПС) (Лондон, Великобритания).
- 1990 г. Начальник экспедиции по Черному морю, НИС «Профессор Водяницкий».
- С 1990 г. Действительный член / академик АН УССР/НАН Украины и член персонального состава Отделения Общей Биологии (по радиобиологии) Президиума АН УССР/НАН Украины.
- 1990-1992 гг. И.о. Председателя Советского отделения МСР (Севастополь).

С 1991 г. Главный научный сотрудник отдела радиационной и химической биологии ИнБЮМ НАН Украины.

1991-1994 гг. Вице-Президент МСР (Брюссель, Бельгия).

1991-2005 гг. Член редсовета “Journal of Environmental Radioactivity” (Великобритания).

1992 г. Начальник украинско-итальянской сухопутной экспедиции по изучению переноса черновыльских радионуклидов с днепровской водой через Северо-Крымский канал на поливные земли юга Украины.

1992-1994 гг. Президент Европейского отделения МСР (СССР).

1993 г. Председатель оргкомитета, Вице-президент АКОПС и Председатель Офиса СНГ АКОПС на Международной конференции «Загрязнение морей вокруг побережья СНГ с особым акцентом на Арктике» (Архангельск, 19 - 23 июля 1993 г.) (Россия).

1993 г. Краткосрочный консультант и спикер на Семинаре по «Радиоэкологии ядерных аварий в бывшем СССР» / Секция окружающей среды Всемирного банка (Вашингтон, США).

С 1993 г. Член редсовета журнала «Радиационная биология. Радиоэкология» (Россия).

1993-1998 гг. Член редсовета журнала «Радиоэкология» (Словакия).

1994 г. Диплом об избрании действительным членом (академиком) по решению Общего собрания Крымской академии наук (Симферополь. Автономная Республика Крым, Украина).

1995 г. Диплом и мемориальная медаль проф. Н.В. Тимофеева-Ресовского «За разработку проблем морской радиоэкологии» (Медицинский радиологический центр Российской Академии медицинских наук, Обнинск, Россия).

1995 г. Сопредседатель курсов. Курсы повышения по радиоэкологии (Заречный, 19 - 28 июня 1995 г.), организованные МСР и NATO Advanced Study Institute (Свердловская обл., Россия).

1996 г. Член Научного комитета Международного симпозиума «Radionuclides in Oceans» RADOC 96-97 (Шербур-Октевилле, 7 - 11 октября 1996 г.) (Франция).

1996 г. Почетная Грамота Президиума Академии наук Украины, Центрального Комитета профсоюза работников Академии наук Украины «За многолетнюю плодотворную работу, весомый личный вклад в развитие Института биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины».

1996-2006 гг. Действительный член МСР (Брюссель, Бельгия).

1997 г. Член Научного комитета Международного симпозиума «Radionuclides in Oceans» RADOC 96-97 (Норич и Левстофт, 7 - 11 апреля 1997 г.) (Великобритания).

1998 г. Почетное государственное звание «Заслуженный деятель науки и техники Украины»: Указ Президента Украины «За весомый личный вклад в развитие научных исследований».

1998 г. Создатель (совместно с проф. О. Кинне) Международного союза экоэтики (МСЭЭ) (Штаб-квартира – Ольдендорф / Луга, Германия, Генеральный офис – в Севастополе, Украина). Президент МСЭЭ - проф. О. Кинне.

С 1998 г. Вице-президент Международного союза экоэтики (МСЭЭ) (Генеральный офис: ИнБЮМ НАН Украины, просп. Нахимова 2, Севастополь 99011, Украина);

1999-2002 гг. Вице - Президент МСР (Брюссель, Бельгия).

2000 г. Основатель Севастопольского отделения Научного общества им. проф. Н.В. Тимофеева-Ресовского «Биосфера и человечество» (Штаб-квартира – г. Обнинск, Россия) (Севастополь).

2001 г. Член Научного комитета Международного конгресса по радиоэкологии–экоотоксикологии континентальной и эстуарной среды. ЭКОРАД 2001 (Экс-ан-Прованс, 3-7 сентября 2001 г.) (Франция).

2002 г. Член Научного комитета Международного симпозиума «In situ nuclear metrology as a tool for radioecology» (Флерус, 10 - 12 июня 2002 г.) (Бельгия).

С 2002 г. Член редсовета “Морской Экологический Журнал” (Украина).

- 2003-2006 гг. Член Управления МСР (Брюссель, Бельгия).
- С 2004 г. Член редсовета «Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment» (Турция).
- 2005 г. Член комитета Международного симпозиума по метану в донных отложениях и водной толще Черного моря: Формирование, пути переноса и роль в цикле углерода (Севастополь, 17 - 22 мая 2005 г.).
- С 2006 г. Почетный член МСР (Кадараш, Франция).
- 2007 г. Государственная премия Украины в области науки и техники.
- 2008 г. Знак отличия Национальной Академии наук Украины “За научные достижения”.
- 2008 г. Награда им. В.И. Вернадского от Международного союза радиоэкологии «В знак признания выдающегося вклада в развитие и распространение радиоэкологии» (Берген, Норвегия).
- 2008 г. Золотая медаль В.И. Вернадского от Международного союза радиоэкологии «За крупный вклад в радиоэкологию» (Берген, Норвегия).
- 2009 г. Орден «За заслуги» III степени: Указ Президента Украины, № 419 от 05 июня 2009 г.
- 2011 г. Знак отличия Верховного Совета Украины «20 лет Национальной Комиссии по радиационной защите населения Украины».
- 2011 г. Благодарность премьер-министра Украины «За значний особистий внесок у виконання робіт з ліквідації наслідків Чорнобильської аварії та радіоактивного забруднення навколишнього природного середовища, виявлені при цьому мужність і високий професіоналізм».
- 2011 г. Грамота отделения общей биологии НАН Украины «За звитяжну працю та вагомий внесок у розвиток гідробіологічної науки».

Пленарные доклады

Академик Геннадий Григорьевич Поликарпов – создатель новой науки: морской радиационной и химической биологии

Егоров В.Н.

*ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН»,
Севастополь, Российская Федерация, egorov.ibss@yandex.ru*

16 августа 2019 г. исполняется 90 лет со дня рождения доктора биологических наук, профессора, академика Национальной Академии наук Украины Геннадия Григорьевича Поликарпова.

За время своей активной научной деятельности с 1951 по 2012 гг. Г.Г. Поликарпов опубликовал свыше 900 работ, посвященных изучению взаимодействия живого и косного вещества с радиоактивными и химическими компонентами морской среды. Задача воздействия ионизирующих излучений на морские организмы и население приморских стран возникла на заре ядерной эры. Начиная с 70-х гг. двадцатого века высоко значимым стал фактор глобального химического загрязнения морей и океанов. В сложившихся условиях антропогенного воздействия проблемой первостепенной важности стало определение влияния биогеохимических процессов на миграцию и элиминацию в геологические депо загрязняющих веществ различной природы, а также прогнозирование антропогенной эволюции морских экосистем.

Озабоченность экологическими проблемами окружающей среды вовлекла в их решение самых авторитетных ученых мирового сообщества, таких как академик В.И. Вернадский, проф. Н.В. Тимофеев-Ресовский и многих других. Будучи учеником Н.В. Тимофеева-Ресовского и последователем В.И. Вернадского, Поликарпов Г.Г. развил их учения о роли живого вещества в биосфере и радиационной биоценологии применительно к морским проблемам и создал новые науки: морскую радиоэкологию и хемэкологию, которые вошли в золотой научный фонд человечества под общим названием «морская радиационная и химическая биология».

Поликарпов Г.Г. возглавил в Институте биологии южных морей Отдел радиационной и химической биологии, и впервые в стране организовал радиоизотопную лабораторию второго класса. Он создал всемирно известную научную школу по морской радиохемэкологии и наметил перспективные планы исследований на 1976-2000 и 2000-2025 гг. Под его руководством защищено более тридцати кандидатских и докторских диссертаций. Исследования Г.Г. Поликарпова и его школы позволили адекватно отреагировать на проблему возможности захоронения радиоактивных отходов в сероводородной зоне Черного моря, изучить его радиоэкологический отклик на Чернобыльскую ядерную катастрофу, разработать новые радиотрассерные методы изучения океанографических процессов, обосновать биогеохимические критерии нормирования антропогенного воздействия и предложить основы теории устойчивого развития морских акваторий по факторам воспроизводства ресурсов качества морской среды.

Деятельность академика Геннадия Григорьевича Поликарпова получила высокую оценку в стране и за рубежом. Он стал лауреатом государственной премии Украины в области науки и техники, заслуженным деятелем науки и техники Украины, кавалером орденов «Знак почета» и «За заслуги III степени», золотой медалью им. В.И. Вернадского от Международного союза радиоэкологии «За крупный вклад в радиоэкологию», а также множеством других отечественных и международных наград.

Работа подготовлена по теме государственного задания ФИЦ ИнБЮМ «Молисмологические и биогеохимические основы гомеостаза морских экосистем», номер гос. регистрации АААА-А18-118020890090-2.

Морские радиоэкологические исследования в ОРХБ: итоги и перспективы

Мирзоева Н.Ю., Егоров В.Н.

ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН»,
Севастополь, Российская Федерация, natmirz@mail.ru

Морские радиоэкологические исследования, проводимые отделом радиационной и химической биологии (ОРХБ) ФИЦ ИнБЮМ, являются базовыми для Госбюджетных тем отдела, а также при выполнении национальных и международных грантов, проектов, программ. В период с 1986-2018 гг. только на НИС «Профессор Водяницкий» сотрудники ОРХБ участвовали в 46 научных рейсах. С 1992 по 2005 гг. морские экспедиции проводились в рамках следующих международных Проектов: 1992-1994 гг. и 1997-2002 гг. – МАГАТЕ; 1993 г. МЕТАНИ (Грузия); 1993-1995 гг. – «Фольксваген» (Германия); 1994 г. Фонд Абашидзе (Грузия); 1994 –1998 гг. – EROS-2000 и EROS-21 (ЕС); 1998-2000 гг. – BIG-BLACK (ЕС); 2001-2002 гг. - INCOCOPERNICUS ЕС; 2001-2002 гг. – «Газовые гидраты в Черном море» ЕС; 2001-2003 гг. «Локализация метановых сипов в Черном море» НАТО; 2002-2004 гг. – МЕТРОЛ (ЕС); 2003-2005 гг. – CRIMEA (ЕС). Исследования проводились в акваториях Черного, Эгейского, Средиземного морей, Атлантического океана. С 2014 г. морские исследования в ОРХБ ФИЦ ИнБЮМ проводятся под ведомством МОН РФ, и их география расширилась на Тихий, Индийский и Северный Ледовитый океаны.

Цель: на основе проведения обобщенного анализа полученных результатов подвести итоги морских радиоэкологических исследований и оценить перспективы развития морских научных исследований в ОРХБ ФИЦ ИнБЮМ.

Основные итоги научных исследований: оценен баланс ^{90}Sr , ^{137}Cs , радионуклидов плутония в Черном море. Определены скорости самоочищения и радиоемкость морских вод в отношении поставочных радионуклидов. Сделаны прогнозные оценки выноса ^{90}Sr и ^{137}Cs через пролив Босфор в моря Средиземноморского бассейна. Определено, что радиоактивное загрязнение Средиземноморского бассейна ^{90}Sr будет продолжаться около 51, а ^{137}Cs – 32 года. Получены оценки распределения природного радионуклида ^{210}Po в воде и донных отложениях Черного моря. Исследовано загрязнение Черного моря хлорорганическими соединениями и ртутью. Выявлены «критические зоны» в Черном море, где концентрации долгоживущих радионуклидов или химических загрязнителей значительно выше природных уровней. Разработаны новые радиотраассерные методы использования постчернобыльских радионуклидов для изучения биогеохимических и океанографических характеристик морской среды. Впервые обнаружены в 1989 г. и изучены как экологический фактор струйные метановые газовыделения в Черном море. В результате участия ОРХБ в морских экспедициях в 2014-2018 гг. установлено, что концентрирующая способность и седиментационная функция живого и косного вещества характеризуют ассимиляционную и экологическую емкость морской среды в отношении эвтрофирующих биогенных элементов и загрязняющих веществ. Они реализуют наиболее значимые природные механизмы самоочищения вод, воздействие которых всегда направлено на ослабление влияния негативного антропогенного влияния по принципу отрицательной обратной связи Брауна - Ле Шателье. Перспективы морских исследований состоят в изучении радиохемозоологического отклика Азово-Черноморского региона на антропогенное воздействие и климатические изменения. Это включает в себя определение интенсивности биогеохимических циклов поглощения радионуклидов, тяжелых металлов, хлорорганических соединений (ХОС), биогенных элементов из водной среды, их миграции в пределах морских экосистем, трансформации физико-химических форм и элиминации в геологическое депо моря – донные отложения.

Работа подготовлена по теме государственного задания ФИЦ ИнБЮМ «Молисмологические и биогеохимические основы гомеостаза морских экосистем», номер гос. регистрации АААА-А18-118020890090-2.

Неизвестные страницы биографии и научно-общественной деятельности профессора В.А. Водяницкого, основателя Института биологии южных морей (Севастополь)

Мильчакова Н.А.

*ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН»,
Севастополь, Российская Федерация, milchakova@gmail.com*

Приведены неизвестные ранее сведения из биографии и научно-общественной деятельности видного советского гидробиолога Владимира Алексеевича Водяницкого (1893–1971), доктора биологических наук, профессора, который внес значительный вклад в развитие научных исследований и создание научных учреждений на юге СССР в 20-е годы прошлого века. На основе опубликованных и архивных материалов охарактеризована его роль в восстановлении Севастопольской биологической станции (СБС) и города Севастополя после Великой Отечественной войны, показаны основные научные достижения, среди которых теоретические разработки по биологической продуктивности, океанографии и водообмену Черного моря. Они, вместе с результатами новых исследований по морской радиоэкологии, полученными под руководством Г.Г. Поликарпова, стали основой доказательной базы, представленной СССР в Международном агентстве по атомной энергии (МАГАТЭ) в 1957 г., что предотвратило захоронение в сероводородную зону Черного моря отходов атомной промышленности стран Европы, Англии и США.

В.А. Водяницкий инициировал реорганизацию СБС в Институт биологии южных морей (ИнБЮМ), оба учреждения он возглавлял свыше двадцати лет. Со свойственным ему государственным подходом ратовал за создание сети морских биологических станций СССР в различных регионах Мирового океана; первым, еще в 1936 г., доказал важность изучения Средиземного моря для черноморской экосистемы. Без преувеличения, успехи гидробиологических исследований СССР в Мировом океане обязаны его концепции комплексных экспедиций и обоснованию для них проекта специализированного научно-исследовательского судна.

Многолетняя общественная деятельность В.А. Водяницкого как депутата и председателя комиссии по зеленому строительству и благоустройству Севастопольского городского совета депутатов трудящихся высветлила талант ученого в области градостроения и ландшафтного дизайна. Им разработан научный подход к озеленению Севастополя, что позволило повысить интенсивность зеленого строительства, увеличить почти в 20 раз площадь парков, бульваров и скверов города. Выделенные В.А. Водяницким научные принципы современного ландшафтного дизайна, такие как соблюдение соотношения объемов и форм, правильный подбор древесно-кустарниковых и травянистых растений, их гармоничное сочетание, создание эстетически-привлекательного пространства, актуальны до сих пор.

Вклад В.А. Водяницкого в научную, образовательную и общественную деятельность отмечен многими государственными и академическими наградами. Его имя занесено в книгу Трудовой славы города-героя Севастополя, которому он беззаветно служил и был предан до конца своей жизни. Символично, что в 1976 г. имя В.А. Водяницкого по инициативе и ходатайству И.Д. Папанина и коллектива ИнБЮМ было присвоено научно-исследовательскому судну. Белоснежный красавец-лайнер «Профессор Водяницкий» до сих пор в строю, на нем выполнено уже более 100 научных экспедиций в Черном море и во многих районах Мирового океана.

Чернобыльские воспоминания о школе Г.Г. Поликарпова

Кутлахмедов Ю.А.

Институт клеточной биологии и генетической инженерии НАН Украины, Киев, Украина

Я начал испытывать влияние Геннадия Григорьевича и Севастопольской школы давным-давно. Но я хочу детальнее остановиться на Чернобыльском этапе. Начался этот чудовищный по сути, а, по человечески, прекрасный для меня, этап совместной работы в апреле 1986 г. Геннадий Григорьевич приехал в Киев сразу 27-28 апреля, бросив все, в пожарном порядке по вызову Б.Е. Патона и В.И. Трефилова (правительственная комиссия АН УССР). Я особо благодарен ему за то, что он сразу же призвал меня в эту работу. Вы все помните, наверное, что многие бросились сразу к участию. Больше было суеты, чем дела. Мерять, мерять, скорее и скорее...

До сих пор хорошо помню, главную для меня формулу, что озвучил Геннадий Григорьевич «Бегать с клюшкой могут все, а вот думать и делать выводы, это не для всех» (Вы помните, наверное, что основной тип дозиметра имел вид клюшки).

На первом этаже Президиума Г.Г. Поликарпову выделили кабинет, и вот тогда и началась для меня моя основная школа по радиоэкологии. Много дней и ночей в апреле-мае-июне мы провели в этом кабинете. На втором этаже Президиума, в кабинете В.И. Трефилова, заседала (часто по ночам) правительственная комиссия и мы оттуда получали разные вводные...

Необходимо было оценить, как будут происходить радиоэкологические процессы на Днепровском каскаде, если выброс радионуклидов в окружающую среду составил 5 % от запаса в реакторе, ... потом 20 %, 30 % и так до 80 %...

Как поведут себя йод-131, цезий-137, -134, стронций-90 и другие радионуклиды в Киевском водохранилище и в каскаде в целом? Какова роль донных отложений каскада? И так до Черного моря. Как быстро пик радиоактивности будет двигаться по каскаду? Как его затормозить?

Время «добегания» до Черного моря – 2-3 месяца. Нужно было оценивать, рассчитывать, а не бежать, как на пожар (многие тогда пороли горячку, а Геннадий Григорьевич призывал всех думать и снова думать). Идеи бродили самые разные. Предлагалось в частности, ставить поперек в Киевском водохранилище баржи, груженные птиноклинолитом и другими сорбентами и сыпать эти сорбенты на пути факельных сбросов радионуклидов. Расчеты сразу же показали, никчемность по эффективности этой процедуры. Предлагалось также копать поперек по руслу водохранилища ямы – донные ловушки, для улавливания загрязненных взвесей. Расчеты и модели показали их полную несостоятельность – модель, при участии Геннадия Григорьевича и коллег из Севастополя, была создана в Институте у Анатолия Алексеевича Морозова (Институт проблем математических машин и систем НАНУ).

С участием Геннадия Григорьевича были приняты решения и реализация системы сорбирующих фильтров на Киевском питьевом водозаборе, а затем и новый водовод из Десны, а потом и артезианские скважины по Киеву. Так проблема питьевого водоснабжения в Киеве была решена, хотя и нормативы на допустимые уровни загрязнения питьевой воды были огромными. Наши оценки показали, что этим самым, была достигнута значительная экономия коллективной дозы для жителей Киева (не менее 10^4 чел.-Зв).

Была проанализирована задача о возможности орошения из каскада Днепра. Не без борьбы, удалось обосновать такую регулировку сброса воды по каскаду, чтобы минимизировать дозовые нагрузки на население Украины (по нашим с Геннадием Григорьевичем оценкам экономия составила до 10^5 чел.-Зв).

Только изредка Геннадию Григорьевичу удавалось ненадолго уезжать домой в Севастополь, чтобы снова вернуться. И так мое обучение в радиоэкологической школе

Геннадия Григорьевича еще долго продолжалось. За это я особенно ему благодарен. Я до сих пор занимался классической радиобиологией, а в радиоэкологии, я «образовался» в школе Геннадия Григорьевича Поликарпова.

Особо, хочу выделить идею Г.Г. Поликарпова об использовании наработок Н.В. Тимофеева-Ресовского и В.И. Корогодина по теории и моделям радиационной емкости, созданных в Миассовской школе (Е.А. Тимофеева-Ресовская и уральские коллеги). Здесь вклад Геннадия Григорьевича в становление и развитие теоретической радиоэкологии неоценим.

Фактически вся Советская радиоэкология вышла на международный уровень благодаря Геннадию Григорьевичу Поликарпову. Он, став вице-президентом Международного союза радиоэкологии (МСР), призвал на съезд МСР почти 100 ученых из СССР (Люксембург 1988 г). Советская и, конечно, украинская школы радиоэкологов получила мощный толчок в становлении и развитии. Это все дало неоцененный до сих пор импульс всей международной радиоэкологии. Будет жаль, если этот плодотворный толчок развития современной мировой радиоэкологии нам не удастся развить и сохранить.

Из школы Геннадия Григорьевича я вынес важнейший вывод о том, что постчернобыльская радиоэкология создает собою выдающийся задел для общей экологии, когда исследование миграции радионуклидов позволяет по этим трассерам устанавливать фундаментальные характеристики разного типа экосистем, в частности Днепроовского каскада и Черного моря. Тут еще предстоит непочатый этап фундаментальных исследований.

По идее Геннадия Григорьевича в Киеве в 1991 г. была созвана важная международная конференция Советского отделения МСР по этапам радиоэкологических исследований, где были сделаны необходимые обобщения.

Особое значение для меня и моего образования в школе Геннадия Григорьевича имела наша совместная экспедиция по исследованию радиоэкологических процессов на Северо-Крымском канале вместе с итальянскими коллегами (Росси, Сансоне и др.).

Я благодарен Геннадию Григорьевичу Поликарпову и судьбе, что свела меня с этим выдающимся ученым и великолепным человеком, и с его научной школой, которая продолжает плодотворно работать и развивать традиции школы, несмотря на все политические и экономические трудности последних лет.

Динамика радиоактивного загрязнения среды и биоты морей Северного Ледовитого океана

академик Г.Г. Матишов

ФГБУН «ФИЦ Южный научный центр РАН» (ЮНЦ РАН), г. Ростов-на-Дону, РФ, matishov_ssc-ras@ssc-ras.ru;

Мурманский морской биологический институт Кольского научного центра Российской академии наук (ММБИ КНЦ РАН), г. Мурманск, РФ

На протяжении многих лет нами анализируются данные по концентрации и динамике ^{137}Cs и ^{90}Sr в морских организмах в современных условиях на шельфе Арктики (2013-2018 гг.). Показано, что радиационное загрязнение биоты морей Арктики низкое и не представляет опасности для человека. На примере динамики радионуклидного загрязнения макрофитов и рыб сделано предположение о существовании этапов в процессах самоочищения биотических компонентов экосистемы, определенных сменой поколений в популяциях гидробионтов. Наиболее чувствительным к радиационному загрязнению среды и наиболее изученным компонентом морской биоты являются рыбы. Больше внимание следует уделять локальным акваториям, где потенциально возможно повышение концентрации изотопов в результате эпизодических утечек радиоактивных материалов.

На основе массива многолетних данных нами выполнен ретроспективный анализ динамики техногенных радионуклидов в воде и биоте Баренцева и Карского морей. Приведено содержание антропогенных радионуклидов – ^{137}Cs , ^{90}Sr и $^{239,240}\text{Pu}$ в различных районах в разные временные периоды. Показано, что основу спектра техногенных радионуклидов в водах арктических морей составляют изотопы ^{137}Cs и ^{90}Sr . Охарактеризованы особенности формирования фона этих радионуклидов в Баренцево-Карском морском регионе. По данным исследований 2017-2018 гг. выявлено, что в свободных от инфраструктуры атомного флота губах Мурманского побережья и Кольского залива концентрации ^{137}Cs соответствовали уровню загрязненности вод прибрежного течения Баренцева моря и варьировали от 1,3 до 2,5 Бк/м³. В восточной части Баренцева моря, в районе Центральной впадины, содержание ^{137}Cs в воде не превышало 1-2 Бк/м³. Концентрация ^{90}Sr в водах Баренцева моря составляла 0,4-3,7 Бк/м³. В Карском море наиболее загрязнены ^{137}Cs и ^{90}Sr поверхностные воды прибрежной зоны южной и юго-западной частей по сравнению с северной частью. Наблюдается стабильное уменьшение концентраций техногенных изотопов ^{137}Cs и ^{90}Sr по сравнению с периодом максимального загрязнения в 1960-1970-е гг. до минимально возможных в ядерную эпоху.

Максимальное накопление изотопов в донных осадках наблюдалось в глубоководных частях желобов, где в составе отложений преобладает глинистая фракция. Показано, что перенос атмосферных радионуклидов, накопленных многолетним морским льдом в «ядерную» эпоху, может являться вторичным источником загрязнения морских экосистем. В 2012-2018 гг. радиоактивность осадков побережья выше, чем в открытых районах Баренцева моря, однако региональные отличия незначительны. Наиболее загрязнены расположенные близко к источникам заливы Кольский (губа Пала, район ФГУП «Атомфлот») и Мотовский (губы Западная Лица, Андреева) Баренцева моря и Енисейский залив Карского моря.

Закключение: Радиационное загрязнение биоты морей Арктики низкое и не представляет опасности для человека. На примере макроводорослей и рыб можно предположить, что в процессе очищения биотических сообществ от радионуклидного загрязнения в целом имеет место некоторая этапность, связанная со сменой поколений в популяциях. Основная роль в формировании современного радиационного фона в морях Северного Ледовитого океана принадлежит локальным источникам радиации и трансграничной циркуляции техногенных радиоизотопов. В специальных исследованиях нуждаются локальные акватории, где потенциально возможно повышение их концентрации в результате утечек радиоактивных материалов.

Секция

**ОТКЛИК БИОТЫ И ЕГО
ОЦЕНКА ПРИ РАДИАЦИОННОМ
ВОЗДЕЙСТВИИ НА РАЗНЫХ
УРОВНЯХ ОРГАНИЗАЦИИ
ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА**

Молекулярные основы эффекта малых доз радиации

Королев В.Г.

ФГБУ Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», Ленинградская область, Гатчина, Российская Федерация, korolev.vladimir.45@mail.ru

Проблема воздействия малых доз радиации обсуждается в научной литературе в течение десятилетий, но прийти к общепринятому выводу о наличии каких-то особенностей воздействия малых доз в отличие от острого облучения не удается. Это связано с тем, что эффекты, если они фиксируются, имеют слабое выражение и легко подвергаются критике.

Второй очень важный аспект этой проблемы состоит в том, что биологические эффекты в основном описываются феноменологически без расшифровки их молекулярных причин.

В последние годы появилось ряд статей, в которых авторы показали, что при действии малых доз ДНК-тропных агентов, ключевую роль играет пострепликативная репарация, в частности, ее безошибочная ветвь.

В Лаборатории генетики эукариот были выделены уникальные мутанты дрожжей с нарушенной ветвью безошибочной пострепликативной репарации. На базе этих мутантов исследование процессов ликвидации повреждений ДНК при минимальных отклонениях их количества от спонтанного уровня позволило на молекулярном уровне объяснить различия в клеточном ответе на малые дозы от острого облучения.

Оценка дозовых нагрузок на водные экосистемы в районе расположения Белоярской АЭС

Карпенко Е.И., Нуштаева В.Э., Спиридонов С.И.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии»,
Обнинск, Российская Федерация, karpenko_evgenii@mail.ru

Ключевым этапом оценки радиационного воздействия Белоярской АЭС на живые организмы является оценка дозовых нагрузок на компоненты экосистем. Оценка доз облучения биоты выполнена на основе данных комплексного радиоэкологического обследования территории в 30-км зоне Белоярской АЭС. Расчет дозовых нагрузок на компоненты водных экосистем проводился по набору предложенных МКРЗ референтных видов биоты [1]. Из этого набора были выбраны виды с учетом наибольшей встречаемости на данных территориях. Для водных экосистем референтными организмами являются: амфибия (лягушка), пелагическая и придонная рыба, водные растения. Расчет доз облучения биоты проводился с помощью международного программного пакета ERICA [2].

Максимальную дозу облучения среди представителей водной биоты от техногенных радионуклидов получают водные растения. Наибольший вклад в суммарную дозу придонных рыб и водных растений вносит внешнее облучение. Внутреннее облучение вносит основной вклад в дозу пелагических рыб и лягушек. Основным дозообразующим радионуклидом для лягушек является ^{90}Sr , для остальных референтных представителей водной биоты – ^{137}Cs . Высокое содержание ^{137}Cs в донных отложениях стало причиной того, что данный радионуклид вносит основной вклад в дозу облучения придонных рыб (87%) и водных растений (73%).

Поскольку влияние радиационно-опасных предприятий на объекты окружающей среды определяется не только дозовыми нагрузками, но и радиочувствительностью этих объектов, для оценки действия ионизирующего излучения на биоту использован индекс радиационного воздействия. Этот показатель представляет собой отношение доз облучения биологических видов к пороговым дозовым нагрузкам для биоты. Если этот показатель больше единицы, тогда можно считать, что биота не защищена от воздействия ионизирующих излучений, если меньше единицы, – защищена.

В настоящее время не существует однозначно утвержденных критериев защиты окружающей среды от ионизирующего излучения, хотя в международных соглашениях и законодательных актах отмечается значимость этой проблемы. В документе МКРЗ [1] предложены стандарты мощностей предельных доз хронического облучения: для наземных позвоночных животных и сосны – 1 мГр/сут (41,6 мкГр/ч), для наземных растений (кроме сосны) и рыб – 10 мГр/сут (416 мкГр/ч), для беспозвоночных животных и водорослей – 10 мГр/сут (4166 мкГр/ч). Индексы радиационного воздействия представителей водных экосистем, рассчитанные с использованием стандартов предельных доз МКРЗ, не превышают 1, следовательно, рассматриваемые природные объекты являются защищенными от ионизирующего излучения.

Анализ расчетных данных, характеризующих дозовые нагрузки и индексы радиационного воздействия на референтные организмы водной биоты, позволяет сделать вывод о том, что компоненты водных экосистем 30-км зоны Белоярской АЭС не подвергаются значимому радиационному воздействию.

Список литературы

- 1 ICRP Publication 108. Environmental Protection: the Concept and Use of Reference Animals and Plants. Ann. ICRP, 2009, V. 38, № 4-6, P. 1-242.
- 2 Brown J.E., Alfonso B., Avila R. et al. The ERICA Tool. Journal of Environmental Radioactivity, 2008, 99 (9), pp. 1371-1383.

Адаптационные резервы геномов природных штаммов дрожжей, устойчивых к солям тяжелых металлов и радионуклидов

**Степанова В.П., Суслов А.В., Суслова И.Н., Суханова Е.А.,
Яровой Б.Ф., Вербенко В.Н.**

ФГБУ «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», Ленинградская область, Гатчина, Российская Федерация, verbenol_vn@pnpi.nrcki.ru

В новых технологиях по очистке окружающей среды от опасных загрязнителей некоторые микроорганизмы могут обладать определенными преимуществами. Предполагается, что такие микроорганизмы могут обитать в природной среде с экстремальными условиями, например, Камчатки и Курильских островов – уникальных районов, известных своей вулканической активностью. Именно с такой коллекцией микроорганизмов (свыше 2000 штаммов), собранной в указанных районах, и проводилась исследовательская работа. Более 500 штаммов проверены на устойчивость к солям тяжелых металлов, таких как Cs, Sr, U, Ni, Ar, Cu, Cd, Co и повышенной температуре 37-52°C. 72% из них оказались устойчивы к одному или более селективным факторам. Мы получили штаммы, способные расти при высоких концентрациях до 100 мМ/л стронция или цезия, а также до 5 мМ/л никеля и способные связывать с высокой эффективностью их радионуклиды, присутствующие в ростовой среде в концентрации до 10 мКи/л. Полученные штаммы исследованы на способность расти в среде с радиоактивными изотопами, в частности цезия-137, стронция-90, при различных значениях температуры и pH и при выращивании в разных ростовых средах, при этом несколько штаммов были способны связывать ^{90}Sr и ^{137}Cs с эффективностью от 45 до 80%. Из экспериментальных данных следует, что весьма существенным фактором, влияющим на эффективность селективного связывания выше перечисленных радионуклидов из полиионных растворов является концентрация в среде ионов H^+ , Na^+ , K^+ , Mg^{+2} и Ca^{+2} . Кроме того, эффективность связывания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в значительной степени зависит от pH среды в диапазоне pH 3-4 и практически не зависит в диапазоне pH 6-8. Для исследования в реальных условиях бассейнов-накопителей жидких низкоактивных отходов ГХК г. Железногорска Красноярского края были отобраны штаммы, показавшие наилучшие результаты по связыванию ионов ^{90}Sr и ^{137}Cs в лабораторных условиях. В последнее время получены штаммы, способные связывать радиоактивный ^{63}Ni (от 40 до 80%). Проверена эффективность связывания данного металла в зависимости от присутствия в среде глюкозы, а также различных концентраций холодного никеля.

Полученные результаты показали потенциальную возможность использования нашей библиотеки природных микроорганизмов для осаждения как радионуклидов, так и тяжелых металлов, основных загрязнителей природных и техногенных объектов, а также возможность использования выделенных и изученных штаммов микроорганизмов для концентрирования (выделения) ряда металлов из малообогатенных руд или отходов добывающей промышленности.

Оценка радиационного воздействия на древесный ярус леса при постулированных тяжелых авариях на АЭС

Спиридонов С.И., Микаилова Р.А.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии, Обнинск, Российская Федерация, spiridonov.si@gmail.com

Экологическая безопасность АЭС и других объектов ядерного топливного цикла (ЯТЦ) относится к числу основных проблем, решение которых определяет перспективы развития ядерной энергетики. Объекты ЯТЦ являются безопасными для населения и биоты при условии соблюдения правил эксплуатации, радиационных нормативов и дозовых квот. В то же время эти объекты можно рассматривать как потенциальные источники аварийных выбросов. Радиоэкологическое обоснование разрабатываемых технологий представляется важной задачей при стратегическом планировании в сфере ядерной энергетики.

В течение длительного времени научные основы радиационной защиты базировались на постулате – если радиационными стандартами защищен человек, то защищена и окружающая среда. В настоящее время в мировой радиоэкологии уделяется внимание радиационной защите не только человека, но и биоты. Цель исследования – оценка действия радиационного фактора на представительное природное сообщество в рамках радиоэкологического сопоставления сценариев тяжелых запроектных аварий на АЭС.

Для сравнительной оценки аварийных сценариев, постулирующих выброс радионуклидов в атмосферу, в качестве представительного природного объекта рассматривался древесный ярус хвойного (соснового) леса. С одной стороны, сосна обладает высокой радиационной чувствительностью, с другой, ее крона задерживает большую часть выпадающих из атмосферы радионуклидов и медленно самоочищается от них.

В качестве исходных данных рассматривали выбросы радионуклидов в результате запроектных аварий на реакторах PWR-890, BWR-1412 и EPR-1600. Выбраны наиболее тяжелые сценарии, которые можно охарактеризовать как крупные аварии, соответствующие 7-му уровню Международной шкалы INES.

Перенос радионуклидов в атмосфере от источника выброса оценивали на основе гауссовой модели. При моделировании процессов перераспределения радионуклидов в лесной экосистеме учитывали первоначальное задерживание радионуклидов кронами деревьев, экологическое очищение полога леса и радиоактивный распад. Динамику мощности дозы облучения крон древесных растений рассчитывали от двух источников ионизирующего излучения – радионуклиды в пологе леса и на поверхности почвы.

Для сравнительной радиоэкологической оценки сценариев тяжелых аварий на АЭС рассчитывали распределение дозовой нагрузки на древесный ярус соснового леса, накопленной за год после радиоактивного выброса. На основе рисков превышения критерия LD₁₀₀ можно сформировать следующий ряд: BWR-1412 (0,85) > EPR-1600 (0,69) > PWR-890 (0,24). С использованием критерия LD₅₀ последовательность приобретает следующий вид: BWR-1412 (0,87) > EPR-1600 (0,81) > PWR-890 (0,45).

Таким образом, предложен унифицированный подход для сопоставления воздействия аварийных выбросов на биоту с использованием древесного яруса соснового леса в качестве представительного природного сообщества. Радиоэкологическая оценка постулируемых сценариев запроектных аварий является важным элементом обоснования планируемых объектов ЯТЦ и ядерно-энергетических систем.

Пострадиационные изменения содержания адениновых нуклеотидов как показатель энергетического обмена в тканях головного мозга крыс.

Сысоева И.В.

ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН»,
Севастополь, Российская Федерация, alexsysoev@yandex.ru

Исследовали пострадиационное изменение содержания адениновых нуклеотидов (АН) и энергетического заряда (ЭЗ) в больших полушариях головного мозга крыс. Обнаружены дозозависимые нарушения в системе АН. Обсуждаются механизмы изменений энергетического статуса нервной клетки в ходе лучевой патологии. В опытах использовали крыс линии Вистар, общее однократное облучение проводили на установке РУМ-17: доза 0,31 Кл/кг (декапитация через 1, 3, 24 и 48 ч после облучения); доза 3,87 Кл/кг (6 мин, 1, 3 и 6 ч). Определение АН проводили спектрофотометрически. Рассчитывали следующие энергетические показатели клетки: ЭЗ; коэффициенты АТФ/АДФ, АТФ/АМФ.

Ионизирующая радиация (ИР) в дозе 0,31 Кл/кг спустя 1 час после облучения не вызывает значительных изменений в содержании АН, замечена лишь тенденция к снижению АТФ и АМФ. Через 3 часа после облучения наблюдается достоверное уменьшение только АТФ. При более длительном наблюдении (24 и 48 ч) установлено, что величина АМФ остается на прежнем уровне, АТФ ко 2-м суткам лучевой болезни достоверно снижается на 25% на фоне тенденции к снижению АДФ. Постепенное снижение как величины ЭЗ в ходе лучевого поражения в дозе 0,31 Кл/кг, так и коэффициентов АТФ/АДФ и АТФ/АМФ свидетельствует о разрядке адениновой системы, снижении уровня макроэргических связей.

Более ярко выраженные эффекты изменения содержания АН наблюдали при воздействии сверхлетальной дозы ИР 3,87 Кл/кг, вызывающей церебральный синдром. Сразу после облучения (6 мин) резко снижается содержание АТФ (40%) и АДФ (10%). Через 1 час после лучевого воздействия характер изменения содержания нуклеотидов меняется. Происходит увеличение уровня АТФ на 40% на фоне незначительного увеличения АДФ; уровень АМФ к этому времени остается без изменений. Увеличение количества жизненно важного макроэрга, как АТФ, и восстановление уровня АДФ может быть объяснено усилением компенсаторных механизмов клетки в ответ на воздействие ИР. Лишь в более позднее время (через 3 и 6 часов) происходит срыв компенсаторно-приспособительных реакций и развивается дефицит АН. Снижение содержания АТФ и АДФ к 6 ч достигает 25%. Уровень АМФ после значительного уменьшения (30%) через 3 ч восстанавливается к 6 ч после лучевого воздействия.

Изменение ЭЗ отражает характер изменений АН в ходе развития лучевой патологии. Резкое снижение величины ЭЗ через 6 мин после облучения сменяется достоверным его увеличением и окончательным восстановлением через 6 ч при выраженной клинике церебрального синдрома. Но восстановленный до первоначальной величины ЭЗ уже не описывает нормальную работу адениновой системы, т.к. уровень содержания АТФ и АДФ снижен на 25%. Снижение коэффициентов АТФ/АДФ и АТФ/АМФ через 6 мин после облучения вызвано снижением синтеза АТФ, возникшего в ходе лучевой патологии и усилением использования этого макроэрга для репарационных процессов. Дальнейший ход событий в облученной клетке отражается на величине этих коэффициентов. Через 1 час коэффициент АТФ/АДФ увеличивается с последующим восстановлением до первоначальных значений, а увеличение коэффициента АТФ/АМФ через 3 часа после облучения связано с резким снижением содержания АМФ в мозге.

Таким образом, летальная доза радиации вызывает изменения только в фонде АТФ, приводя к монотонному снижению ЭЗ клетки и коэффициентов АТФ/АДФ, АТФ/АМФ, тогда как сверхлетальная доза ИР, приводящая к церебральному синдрому, выявляет более ранние и необратимые изменения содержания АН. При этом энергетические показатели полностью отражают динамику и характер изменения АН облученного мозга.

Секция

**РЕМЕДИАЦИЯ БИОКОСНЫХ
ОБЪЕКТОВ, ПОДВЕРГШИХСЯ
РАДИОХЕМОЭКОЛОГИЧЕСКОМУ
ВОЗДЕЙСТВИЮ**

Экологическая переработка отвалов урановых шахт с получением прибыли и с переходом на безотвальную технологию

Кравченко В.В.

*МОО «Крымская академия наук», Симферополь, Российская Федерация,
v.v.kravchenko@list.ru*

Рудное тело в твердых породах типа гранитов имеет сложную объемную форму, причем, в пределах этого тела, содержание урана распределено крайне неравномерно и может колебаться, например, от 0,02% (забалансовое содержание) до 0,2% и более. Добыча руды производится методом взрыва блока, сформированного между горизонтами, например, -300 и -240 м. При таком методе в руде оказывается до 25% и более пустой породы и забалансовой руды. Вся горная масса выдается на поверхность вагонетками через грузовой ствол.

Урановая руда излучает гамма-кванты. Энергия гамма-квантов, возникающих в процессе естественного распада элементов ряда изотопа уран-238, составляет от 63 кэВ до 1,12 МэВ. Родоначалник ряда уран-238 излучает гамма-кванты с энергиями 186,93 и 63 кэВ. Гамма-кванты регистрируются сцинтилляционным детектором цезий-иод-таллий, вспышки, при попадании в который, от отдельного гамма-кванта преобразуются в электрический импульс фото-электронным умножителем и обрабатываются далее точной импульсной электроникой. На базе такого блока создана передвижная мини-лаборатория для предварительной оценки характеристик руды. Такие же блоки применяются в вагонеточных и автомобильных рудоконтролирующих станциях (РКС). Данные РКС разделяют входную горную массу на два потока: первый поток направляется в отвал, второй-на следующую стадию сепарации горной массы в виде камней (кусков). Камни размером от 100 до 250 мм подаются на вход поштучного сепаратора с конусным раскладчиком камней. Камни размером от 40 до 100 мм подаются на вход сепаратора с ленточным раскладчиком.

Все перечисленные сепараторы были созданы в 70-е годы, когда не было возможности применять точную электронику с обработкой информации микропроцессорами. В связи с этим и точность процесса выделения пустой породы и руды с низким содержанием урана была невысокой: общая эффективность сепарации составляла не более 75% (в каждых 100 камнях отвала находилось до 25 камней с промышленным содержанием урана). За многие годы работы шахт накоплены миллионы тонн отвалов. В России и в Украине также находится большое количество отвалов. Отвалы являются довольно опасными объектами с точки зрения воздействия на окружающую среду. Основными факторам являются повышенная мощность экспозиционной дозы гамма-излучения, мелкодисперсная пыль и тяжелый газ радон-222.

Несколько лет тому назад была выполнена опытно-конструкторская работа (ОКР) по созданию комплекса по переработке одного из отвалов. В данном отвале находилось около 5 млн. тонн общей горной массы со средним содержанием урана 0,02-0,03%, содержащей до 1,25 млн. тонн качественной легкообогатимой гидрометаллургическим способом руды в виде уранинита. В процессе выполнения ОКР были созданы высокоточные сепараторы с эффективностью сепарации не менее 92% на основе прецизионных блоков детектирования с микропроцессорной обработкой информации. Данные сепараторы за 5 лет работы выделили около 0,5 млн. тонн камней с высоким содержанием урана и около 1,5 млн. тонн камней в виде строительного материала 3-го класса по радиоактивности.

Для сепарации горной массы мелкого класса, не поддающейся радиометрической сепарации, был разработан щелевой электромагнитный сепаратор с индукцией магнитного поля в точках максимума до 2,0 Тл и градиента индукции 0,2 Тл в щели 10 мм (магнитная сила, действующая на частицу, пропорциональна магнитной восприимчивости, индукции и градиенту индукции). Получены положительные результаты испытаний.

Камни с высоким содержанием урана смешивали с горной массой класса 40 мм с получением значения содержания урана, приемлемого для технологии кучного выщелачивания (КВ). Смешанную горную массу укладывали в штабели на пленку и орошали их слабым раствором серной кислоты в течение 4 месяцев. Для ускорения процесса выщелачивания была испытана биотехнология на основе тионовых микроорганизмов. Исследования, проведенные со специалистами Севастопольского Государственного университета, показали высокую эффективность данной технологии, позволяющей в несколько раз уменьшить время выщелачивания. Раствор КВ поступает на вход сорбционно-наполненной колонны с анионит-макропористым сорбентом АМП. Колонна полностью автоматизирована с помощью специальных средств контроля, основным из которых является гамма-спектрометрический анализатор урана. Насыщенная ураном смола до 25 г на кг подается на гидро-металлургический завод (ГМЗ) или доводится на месте до концентрата природного урана.

Приведенная технология запатентована в РФ (Патент №66842). Один из основных авторов и научный руководитель разработки (в настоящее время - член-корреспондент Крымской академии наук) Кравченко Виталий Витальевич.

**Восстановление тяжелых металлов и радионуклидов
сульфатредуцирующими и галоалкалофильными бактериями
в лабораторных модельных условиях
с целью биоремедиации загрязненных вод**

Хижняк Т.В.¹, Брюханов А.Л.²

¹ФИЦ Биотехнологии РАН, Институт микробиологии имени С.Н. Виноградского, г. Москва, Россия, tanya_khijniak@mail.ru

²Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, биологический факультет, г. Москва, Россия, brjuchanov@mail.ru

Загрязнение окружающей среды, в особенности, водных запасов токсичными тяжелыми металлами, металлоидами и радионуклидами является очень большой проблемой современности, причем серьезные опасения вызывают хранилища отходов большого объема и с низкой концентрацией радиоактивных веществ. Особую опасность представляют долгоживущие радионуклиды или тяжелые металлы/металлоиды с переменной валентностью, обладающие повышенной мобильностью в окружающей среде в окисленном состоянии. Например, уран или технеций мигрируют с грунтовыми водами в форме уранил- или пертехнетат иона. Биологическая очистка (биоремедиация) таких промышленных отходов – наиболее перспективный способ на сегодня. Микроорганизмы способны не только к пассивной адсорбции или комплексообразованию металлов и радионуклидов на клеточной поверхности, но и к активной трансформации переменного-валентных элементов, например, к восстановлению хроматов, ванадатов, селенатов, пертехнетатов или $U^{+6} \rightarrow U^{+4}$: такие процессы осуществляют *Geobacter metallireducens*, *Shewanella putrefaciens*, ряд представителей сульфатредуцирующих бактерий (*Desulfovibrio* spp.) и клостридий. В большинстве опубликованных работ показано восстановление металлов и/или радионуклидов в нейтральных условиях среды с низкой соленостью, однако большое количество отходов имеют щелочной pH и повышенную соленость.

При использовании сульфатредуцирующих бактерий в процессах биоремедиации отходов имеются значительные преимущества, поскольку возможно как прямое восстановление металлов, металлоидов или радионуклидов до нетоксичных мало- или нерастворимых форм, так и их химическое осаждение в виде сульфидов. Так, в нейтральных условиях среды было показано эффективное восстановление TcO_4^- (вплоть до концентраций 0,25 мМ) клетками *Desulfovibrio desulfuricans* благодаря наличию периплазматической гидрогеназы, а также была разработана и испытана модельная лабораторная система на основе иммобилизованных клеток для удаления пертехнетатов из растворов. Показано, что в анаэробных щелочных условиях галоалкалофильные гетеротрофные бактерии рода *Halomonas* эффективно восстанавливают TcO_4^- до Tc(IV) и способны к активной денитрификации. Наши модельные эксперименты по восстановлению хроматов обнаружили крайне высокую эффективность восстановления шестивалентного хрома и осаждения нерастворимых продуктов, содержащих Cr(III), как галоалкалофильными бактериями рода *Halomonas*, так и сульфатредуцирующими бактериями рода *Desulfovibrio* (включая штамм, выделенный из акватории г. Севастополь). Хромат восстанавливался в течение 30-60 мин как в ростовых, так и в неростовых условиях, в концентрациях вплоть до 1 мМ.

Исследованные бактерии оказались устойчивы к высоким концентрациям тяжелых металлов, способны использовать широкий спектр доноров электронов, обладают металлоредуктазными активностями и, таким образом, могут быть крайне перспективны при разработке эффективных и экологически безопасных систем биологической очистки сточных и промышленных отходов, содержащих токсичные оксоанионы тяжелых металлов и металлоидов, а также радионуклиды.

Работа частично финансировалась за счет гранта РФФИ 18-04-00622-А и гранта Правительства РФ (договор № 14.W03.31.0015 от 28.02.2017).

Применение концептуальной модели зональности хронического действия мощностей доз ионизирующих излучений на объекты биосферы акад. Г.Г. Поликарпова в прикладной гидробиологии

Терещенко Н.Н.

*ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН»,
Севастополь, Российская Федерация, ntereshchenko@yandex.ru*

Прикладная гидробиология призвана изучать процессы формирования качества вод в водоемах как результат взаимодействия биотической и абиотической компоненты водных экосистем с этими веществами, поступающими в акватории в результате антропогенной деятельности и предлагать научно обоснованные критерии и подходы оценки экологической ситуации в водоемах в целом и в отдельных акваториях. Одной из групп таких веществ служат тяжелые металлы, которые включают и долгоживущие радионуклиды плутония ($^{239+240}\text{Pu}$).

Целью нашей работы было рассмотрение применения концептуальной модели зональности хронического действия мощностей доз ионизирующих излучений на объекты биосферы акад. Г.Г. Поликарпова (далее концептуальная модель) при комплексном подходе к оценке экологической ситуации и ее прогнозированию в черноморских акваториях в отношении долгоживущих радионуклидов плутония, а также других тяжелых металлов.

По результатам современных исследований и на основе обобщения многолетних данных радиохеомоэкологического мониторинга $^{239+240}\text{Pu}$ в Черном море предложен комплексный подход определения экологической ситуации в водоеме или отдельно взятой акватории в широком диапазоне концентраций радионуклидов в воде. Основой подхода служит сочетание и взаимное дополнение эквидозиметрических и биогеохимических критериев оценки экологической ситуации. Расчет мощностей доз хронического облучения гидробионтов, формируемых альфа-излучением радионуклидов плутония, которые определяются радиологическими свойствами радионуклидов, аккумуляционной способностью гидробионтов и концентрацией активности их в воде, позволил перейти к оценке уровней экологического воздействия радионуклидов на гидробионты, применив для этой цели концептуальную модель, что составило содержание эквидозиметрического подхода. Биогеохимический подход подразумевает учет реально существующих количественных показателей процессов функционирования самой экосистемы (продукционные процессы, седиментогенез, водообмен в акватории), влияющих на перераспределение загрязнителя в водоеме и, следовательно, на формирование его концентрации в воде. Он учитывает свойства загрязнителя: тип его биогеохимического поведения в экосистеме, его радиофизические свойства, сорбционную и аккумуляционную способность в отношении биотических и абиотических компонент экосистемы, оценку потоков поступления и элиминации радионуклида из воды, выявление ведущих процессов перераспределения радионуклида в водоеме. Учет конкретных биогеохимических характеристик исследуемой экосистемы и рассматриваемого загрязнителя позволяет более точно оценить способность вод к самоочищению и рассчитать критерии экологического нормирования. Также есть возможность осуществлять взаимный переход между биогеохимическими и эквидозиметрическими критериями, что позволяет формировать рекомендации по управлению состоянием акватории, использовать их при ремедиации водоемов. Определение эквидозиметрического показателя грамм-эквивалента для тяжелых металлов позволяет использовать концептуальную модель и для оценки экологической ситуации в водоемах в отношении этих химических токсикантов.

Работа подготовлена по теме государственного задания ФИЦ ИнБЮМ «Молисмологические и биогеохимические основы гомеостаза морских экосистем», номер гос. регистрации АААА-А18-118020890090-2.

Секция

**РАДИАЦИОННЫЕ И
ХИМИЧЕСКИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ В
ЭКОСИСТЕМАХ,
РАДИОТРАССЕРНЫЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ: МОРСКАЯ,
ПРЕСНОВОДНАЯ И
СУХОПУТНАЯ РАДИОЭКОЛОГИЯ**

Загрязненность хлорорганическими соединениями черноморских гидробионтов в период с 1982 по 2018 гг.

Малахова Л.В.

ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН», Севастополь, Российская Федерация, malakh2003@list.ru

Начало работам по определению хлорорганических соединений (ХОС) в морских экосистемах прибрежных районов Крыма было положено Г.Г. Поликарповым в отделе радиационной и химической биологии ИнБИОМ в 1980-х годах после его возвращения из Монако, где в международной лаборатории морской радиоактивности МАГАТЭ им были выполнены исследования по этому новому направлению, включая изучение полихлорбифенилов (ПХБ) в беспозвоночных и донных осадках. С тех пор такие исследования не потеряли свою актуальность. Несмотря на принятый международным сообществом запрет производства и использования ХОС, они широко распространены в окружающей среде. С водными артериями, с атмосферными осадками ХОС попадают в Черное море, и в силу своей устойчивости к разложению мигрируют в его компонентах, накапливаясь в гидробионтах и в донных отложениях.

В докладе проанализированы данные по содержанию ХОС в гидробионтах прибрежных акваторий Крыма, полученные в период с 1982 по 2018 гг. Показаны факторы, влияющие на уровень накопления ХОС, и отклик организмов различных трофических уровней на загрязнение среды обитания.

В 80-х годах прошлого века к наиболее распространенным ХОС относился 2,2-бис(4-хлорфенил)-1,1,1-трихлорэтан (ДДТ), широко использующийся как инсектицид в сельском хозяйстве. По данным Г.Г. Поликарпова и Н.В. Жерко содержание ДДТ и его метаболитов и ПХБ в эквиваленте смеси Ароклор 1254 в мидиях *Mytilus galloprovincialis* (целиком мягкие ткани) с 1982 по 1990 гг. в прибрежье Крыма изменялось от 17 до 330 и от 10 до 4000 нг/г соответственно (здесь и далее на сырую массу). В последние годы показано, что накопление ХОС в моллюсках прямо связано с жирностью их органов и в гепатопанкреасе, наиболее богатом жирами концентрация Σ ДДТ не превышает 20, Σ ПХБ – 200 нг/г. Макрофиты оказывают влияние на цикл ХОС, накапливая их из морской воды и передавая более высоким звеньям трофической цепи. Коэффициенты накопления (K_n) Σ ПХБ₆ *Phyllophora* sp. на Большом филлофорном поле Зернова достигали $2 \cdot 10^3$ при их концентрации в воде 4 нг/л, K_n Σ ДДТ – 19, при концентрации пестицида в воде 0,08 нг/л. В 2017-2018 гг. средняя концентрация Σ ПХБ₆ в биомассе цистозеры *Cystoseira* sp. в севастопольских бухтах составила 8,1, у мыса Мартыан – 8,5, в Ялтинской акватории – 9,0 нг/г сухой массы. Значительные отличия в содержании ХОС были получены при мониторинге загрязненности бухт и открытых районов с использованием моллюсков и рыб. Накопление ХОС консументами зависело от уровня загрязненности среды обитания. Концентрация токсикантов положительно коррелировала с содержанием липидов в организмах. В 2016-2018 гг. в севастопольских бухтах концентрация Σ ПХБ₆ в жабрах, мантии, гепатопанкреасе *Mytilus galloprovincialis*, в гонадах и печени *Rapana venosa*, а также в печени *Scorpaena porcus*, была выше на порядок значений, чем в б. Ласпи.

В Черном море происходит накопление ХОС по трофической цепи. Наибольшие концентрации ХОС обнаружены в пробах дельфинов. В 2017 г. в ворвани *Phocoena phocoena*, *Tursiops truncatus* и *Delphinus delphis* концентрация Σ ГХЦГ достигала 0,3, ГХБ – 8,1, Σ ПХБ₆ – 27 и Σ ДДТ – 163 мкг/г липидов. Доминирующим загрязнителем был метаболит ДДТ – п,п'-ДДЭ, доля которого составляла более 65% от суммы ХОС и достигала 147 мкг/г липидов.

Работа подготовлена по теме государственного задания ФИЦ ИнБИОМ «Молисмологические и биогеохимические основы гомеостаза морских экосистем», номер гос. регистрации АААА-А18-118020890090-2.

Тяжелые металлы в абиотических компонентах Азовского моря

Буфетова М.В.

Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), Москва, Российская Федерация, mbufetova@mail.ru

В экосистему Азовского моря тяжелые металлы поступают с речным стоком, в основном рек Дона и Кубани, с атмосферными осадками, в результате интенсификации судоходства, строительства новых и реконструкции существующих портов, сточных вод населенных пунктов, расположенных на побережье: Азов, Таганрог, Ейск, Приморско-Ахтарск, Темрюк и др.

В работе были использованы данные, предоставленные ФГУ «Азовморинформцентр» по концентрации свинца, кадмия, меди и цинка в воде и донных отложениях в 2017 г. в рамках сотрудничества с кафедрой экологии и природопользования МГРИ.

Содержание тяжелых металлов в воде. В Керченском проливе концентрация свинца превышала ПДК – 10 мкг/л во все периоды наблюдений: диапазон концентраций составил 13-18 мкг/л. Средняя концентрация свинца в 2017 г. в проливе составила 15,2 мкг/л. В центральной части моря (далее – собственно море) максимальные концентрации наблюдались в районе влияния морского порта Темрюк, где концентрация свинца достигала 12,7 мкг/л. Средняя концентрация свинца в собственно море за период наблюдений составила 7,8 мкг/л. В Таганрогском заливе максимальные значения до 19 мкг/л зафиксированы в районе порта Ейска. Средняя концентрация свинца в заливе составляла 3,5 мкг/л. Концентрация кадмия не превышала ПДК (10 мкг/л) и имела среднее значение 0,9 мкг/л во всех районах моря. Превышения ПДК меди (5 мкг/л) наблюдались во многих районах моря: до 12 мкг/л в Керченском проливе, до 13 мкг/л в районе порта Темрюк, до 26 мкг/л в центре Таганрогского залива. Среднее значение концентрации меди в 2017 г. в воде Азовского моря составило 6,7 мкг/л. Наличие высокого содержания меди в водоеме очень опасно, так как приводит к активному поглощению этого металла биотой, что в свою очередь может привести к заболеваниям как самой рыбы, так и потребляющего ее в пищу человека. Содержание цинка в воде Азовского моря превышало ПДК (50 мкг/л) в Керченском проливе и составляло 61 мкг/л. Среднее значение по всему морю составило 21,4 мкг/л.

Содержание тяжелых металлов в донных отложениях. Концентрация свинца во всех частях моря не превышала 16,2 мкг/г сух.в. при допустимой концентрации (далее – ДК) «по голландским листам» – 80 мкг/г. Превышение ДК по кадмию, которая составляет 0,8 мкг/г зафиксировано на станции в устье р. Мертвый Донец. Достаточно высокие концентрации до 0,6 мкг/г зафиксированы в Керченском проливе. Концентрация меди в донных отложениях моря находилась в диапазоне 2,6-25 мкг/г, при среднем значении – 10,1 мкг/г. Наибольшие концентрации наблюдались в пробах, отобранных в Керченском проливе (до 25 мкг/г) и в районе порта Темрюк (12 мкг/г) при ДК – 35 мкг/г. Наибольшие значения цинка отмечены в донных отложениях Таганрогского залива (в 9 км от г. Таганрог), которые составили 63,2 мкг/г при ДК – 140 мкг/г. Среднее значение для всего моря составило 28 мкг/г.

Таким образом, анализ загрязнения воды и донных отложений Азовского моря тяжелыми металлами позволил установить превышение ПДК свинца, меди и цинка в воде нескольких районов моря. Наиболее загрязнены – Керченский пролив, Таганрогский залив и район порта Темрюк. Указанные районы характеризуются наибольшими значениями тяжелых металлов и в донных отложениях. В связи с этим, необходимо на уровне хозяйствующих субъектов особое внимание направить на снижение антропогенного воздействия на морскую экосистему Азовского моря.

Фосфорный обмен взвешенного вещества эвфотической зоны Черного моря

Поповичев В.Н.

ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН»,
Севастополь, Российская Федерация, popovichev@ukr.net

Фосфор является одним из наиболее важных биогенных элементов, участвующих в метаболических процессах гидробионтов и способных оказывать лимитирующее воздействие на первичное продуцирование органического вещества (ОВ). В Черном море (ЧМ) фосфор находится преимущественно в растворимой минеральной форме фосфатных анионов HPO_4^{2-} и H_2PO_4^- . Для различных представителей морских организмов коэффициенты его накопления (K_n) варьируют от десятков до десятков тысяч единиц. В морской радиохеомоэкологии, активно участвующей в решении многих гидробиологических задач, сформированы представления о единстве механизмов продуктивности и биотического кондиционирования среды в экосистемах фотической зоны Мирового океана [1]. Одним из современных подходов в изучении потока фосфора в морских экосистемах и оценки его лимитирующей роли в продуцировании ОВ является сочетание аналитических методов определения содержания минерального фосфора в морской среде, метода радиоактивных индикаторов (МРА) в экспериментальных условиях и анализа наблюдений на основе теоретических представлений о фосфорном метаболизме морских организмов [1, 2].

Целью работы являлось: анализ и сопоставление полученных экспериментальных данных (с использованием ^{32}P в качестве трассера) по интенсивностям поглощения и сорбции минерального фосфора различными размерными фракциями живого (биотического) и косного (абиотического) компонентов природной взвеси из эвфотической зоны ЧМ и, в частности, – поверхностного слоя зон смешения вод ЧМ с речными водами Дуная (СЗЧ ЧМ) и Чороха (ЮВЧ ЧМ).

Полученные данные свидетельствуют, что влияние взвесей имеет высокую значимость в распределении фосфора в ЧМ и в районах, где его концентрация менее 1 мкг/л может наблюдаться фосфорное лимитирование продукционных процессов, проявляющихся на глубине порядка 10 м в слое летнего термоклина. Результаты сопоставления интенсивностей процессов поглощения и сорбции минерального фосфора взвешенным веществом из поверхностного слоя рассматриваемых акваторий показывают, что интенсивность процессов суммарного поглощения и сорбции, а также и чисто сорбционного поглощения фосфора взвесями более чем на порядок выше в устьевой зоне Чороха, по сравнению с таковой у Дуная. Это связано как с региональным отличием, обуславливающим биогеохимическую структуру вод этих акваторий, так и с температурным фактором, отражающим соответствующий сезон года [2]. Установлено, что для взвесей с увеличением солёности поверхностных вод вклад сорбции в поглощение минерального фосфора снижался в среднем с 80 до 20 % для устьевой зоны Дуная и с 90 до 40 % – для Чороха [2]. Относительный максимум поглощения минерального фосфора взвесями для устьевых зон Дуная и Чороха приурочен к диапазону солёности 8-14 ‰, соответствующему локализации гидрохимического барьера река-море.

Работа выполнена по теме государственного задания № АААА-А18-118020890090-2.

Список литературы

1. Поликарпов Г.Г., Егоров В.Н. Морская динамическая радиохеомоэкология. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 176 с.
2. Поповичев В.Н., Егоров В.Н. Обмен минерального фосфора взвешенным веществом в фотической зоне Черного моря // Радиохеомоэкологический отклик Черного моря на чернобыльскую аварию / Под ред. Г.Г. Поликарпова и В.Н. Егорова. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2008. – С.548-574.

Изотопы радия как трассеры субмаринной разгрузки подземных вод

Довгий И.И.¹, Кременчуцкий Д.А.¹, Чепыженко А.И.¹, Бежин Н.А.², Товарчий Я.Ю.²,
Шибеевская Ю.Г.²

¹ ФГБУН «Морской гидрофизический институт РАН», Севастополь, Российская Федерация, dovhyi.illarion@yandex.ru

² Севастопольский государственный университет, Севастополь, Российская Федерация

Изучение высокодебитных субмаринных источников карстового происхождения имеет большое значение. Это обусловлено тем, что с одной стороны субмаринные подземные воды (далее СПВ) являются источником питательных веществ для бентосных организмов и используются в ряде стран для добычи питьевой воды, с другой стороны в случае антропогенного воздействия СПВ служат путем переноса в море тяжелых металлов, пестицидов, радионуклидов.

Методические аспекты изучения субмаринных вод включают их поиск с использованием методов дистанционного зондирования, гидрологии [1]. Однако для оценки потока СПВ МАГАТЭ рекомендовано использование природных радионуклидов – радия (^{223}Ra , ^{224}Ra , ^{226}Ra , ^{228}Ra) и радона (^{222}Rn) [2].

Целью работы является оценка потока субмаринных подземных вод в районе м. Айя с использованием в качестве трассеров изотопов ^{226}Ra , ^{228}Ra , а также потока биогенных элементов (аммония, фосфатов, силикатов, нитритов, нитратов) с субмаринными подземными водами. Для достижения поставленной цели было необходимо решить следующие задачи – выполнить экспедиционные исследования в исследуемом регионе, включая гидрологические исследования, отбор проб для гидрохимических и радиохимических измерений, измерения концентраций биогенных элементов в отобранных пробах, выполнение концентрирования изотопов радия из отобранных проб (200 л), измерение активности изотопов радия.

Экспедиционные исследования выполняли в зимний (21 декабря 2018 г.) и весенний (24 марта 2019 г.) периоды. Было показано значительное изменение гидрологических, гидрохимических параметров, а также объемной активности изотопов ^{226}Ra , ^{228}Ra при удалении от основного источника СПВ – карстовой полости у м. Пелекетто. Показана возможность использования изотопов ^{226}Ra , ^{228}Ra для оценки потока субмаринных подземных вод. По результатам работ показаны пониженные значения солености морской воды, повышенные значения объемной активности ^{226}Ra , ^{228}Ra , концентрации растворенной кремневой кислоты, растворенного неорганического фосфора, нитратов, нитритов, аммония для проб, отобранных в карстовой полости (Екатерининский грот) в сравнении с фоновыми значениями. Т.о. изотопы ^{226}Ra , ^{228}Ra могут быть использованы как трассеры СПВ.

Исследование выполнено при поддержке РФФИ и г. Севастополя в рамках научного проекта №18-33-50001 (конкурс «Наставник»), а также в рамках государственного задания ФАНО Российской Федерации (тема «Океанологические процессы» № 0827-2019-0003).

Список литературы

1. Mejías M., Ballesteros B.J., Antón-Pacheco C., Domínguez J.A., Garcia-Orellana J., Garcia-Solsona E., Masqué P. Methodological study of submarine groundwater discharge from a karstic aquifer in the Western Mediterranean Sea // Journal of Hydrology. – 2012. – Vol. 464-465. – P. 27–40.
2. Nuclear and isotopic techniques for the characterization of submarine groundwater discharge in coastal zones. IAEA, VIENNA, 2008. IAEA-TECDOC-1595

Оценка содержания ^{137}Cs в поверхностных водах морей Дальнего востока России по результатам экспедиционных исследований 2018 года

Мирошниченко О.Н., Параскив А.А., Кравченко Н.В.

ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН», Севастополь, Российская Федерация, oksaniya_89@mail.ru

В марте 2011 г. после подводного землетрясения произошла авария на атомной электростанции Фукусима-1 в Японии. В результате была нарушена целостность реактора, после чего последовал сброс в прилегающую морскую акваторию – по разным оценкам от 3,6 до 41 ПБк цезия-137 (Charette et al., 2012; Miyazawa et al., 2013). В итоге радиоактивному загрязнению подверглись моря, омывающие берега северной и восточной Азии (Buesseler, 2014). Аварийный цезий-137 распространялся в северо-восточном направлении по течению Куроиси (Aoyama et al., 2013; Kumamoto et al., 2016), поэтому поступал в моря Дальнего Востока России.

Цель исследования состояла в оценке современных уровней концентрации техногенного радионуклида ^{137}Cs в поверхностных водах морей Дальнего востока России на основе экспедиционных исследований 2018 г. В связи с поставленной целью решались следующие задачи: определить концентрации ^{137}Cs в поверхностной воде исследуемых акваторий, дать сравнительную характеристику распределения этого радионуклида по изучаемым морским акваториям, сопоставить полученные результаты с уровнями концентрации ^{137}Cs в 2011 г. после аварии на АЭС Фукусима-1.

Объектами исследования были: северная часть Японского моря, южная часть Охотского моря, прибрежная часть Берингова моря (Россия).

Пробы поверхностной воды (3 – в Японском и в Охотском морях, 8 – в Беринговом море) были отобраны в 82-м рейсе НИС «Академик М.А. Лаврентьев» 01.06-20.07.2018 г. с помощью проточной системы. Определение содержания ^{137}Cs проводили сорбционным методом с дальнейшей гамма-спектрометрией (Гулин и др., 2015).

Нами получено, что средняя концентрация ^{137}Cs в Японском море составляла $4,0 \pm 0,2$ Бк/м³; в Охотском море – $2,1 \pm 0,1$ Бк/м³; в Беринговом море – $2,6 \pm 0,1$ Бк/м³. До аварии на Фукусима-1 (2009 г.) уровни ^{137}Cs в исследуемой акватории Японского моря были около 1,5 Бк/м³, в июне 2011 г. – около 2,5 Бк/м³ (Inoue et al., 2012). В Охотском море на границе с Японским морем до аварии на Фукусима-1 (2009 г.) уровни ^{137}Cs составляли 1,6 Бк/м³, в июне 2011 г. – 1,75 Бк/м³ (Inoue et al., 2012), а по экспедиционным исследованиям 2018 г. – 2,14 Бк/м³. В Беринговом море доаварийные уровни ^{137}Cs находились в пределах 1,5-2 Бк/м³. Превышения концентраций ^{137}Cs в воде морей Дальнего Востока России в современный период, по сравнению с поставарийными значениям связаны с гидрологическим переносом радионуклида в отдаленные акватории. Данные уровни ^{137}Cs оказались в 4-8 раз ниже, по сравнению со средней концентрацией ^{137}Cs в поверхностной воде Черного моря (Мирзоева и др. 2018), а также в 1,5-3 раза ниже, чем в Азовском море по итогам экспедиционных исследований ФГБУН ИМБИ 2017-2018 гг.

Таким образом, разбавительная емкость Тихого океана способствовала формированию незначительного увеличения содержания ^{137}Cs в морских акваториях Дальнего Востока России после аварии на Фукусима-1. При этом современные уровни не превышают уровней вмешательства для питьевой воды в соответствии с Нормами радиационной безопасности Российской Федерации.

Работа подготовлена по теме государственного задания ФИЦ ИнБЮМ «Молисмологические и биогеохимические основы гомеостаза морских экосистем», номер гос. регистрации АААА-А18-118020890090-2.

Особенности распределения ^{90}Sr в абиотических компонентах водных экосистем озер Крыма

Кравченко Н.В., Мирзоева Н.Ю., Архипова С.И.

ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН», Севастополь, Российская Федерация, musyaka8@rambler.ru

После аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. поступление ^{90}Sr на поверхность Крыма и акваторию Черного моря было связано с атмосферными осадками (максимальная концентрация ^{90}Sr в воде составляла 98,1 Бк/м³). В 1987 г. максимальное содержание этого радионуклида, поступившего водным путем, составляло в морской воде 991,6 Бк/м³. В послеаварийные годы радиоэкологическая ситуация в Крыму определялась вторичным радионуклидным загрязнением, прежде всего ^{90}Sr , поступающим до 2014 г. со стоком воды реки Днепр через Северо-Крымский канал (СКК).

Первые определения содержания ^{90}Sr после аварии на ЧАЭС в воде соленых озер Крыма были проведены в 2013 г. в озере Киятском (соленое озеро Перекопской группы). В этот период концентрация ^{90}Sr в воде озера Киятского была того же порядка, что и в Каховском водохранилище в 1987 г. (вторичное поступление растворенного радионуклида с водами Днепра). Представленные в данной работе результаты исследования актуальны, так как они восполняют пробел в исследовании концентрации и перераспределения ^{90}Sr в водных экосистемах соленых озер Крыма. В 2018 г. для озер Керченской группы Аджиголь и Кучук-Аджиголь эти радиоэкологические исследования были проведены впервые в истории существования этих озер.

Целью данного исследования было выявить особенности современного радиоэкологического состояния озер в отношении загрязнения их экосистем ^{90}Sr , относящихся к одной группе, но отличающимися друг от друга уровнями солености воды.

Работа выполнялась по материалам отбора проб в экспедициях 2018 г. Выделение ^{90}Sr из отобранных проб проводилось общепринятым в мировой практике радиохимическим методом, измерение активности ^{90}Sr производили по его дочернему продукту ^{90}Y на низкофоновом жидкостном сцинтилляционном анализаторе «Quantulus-1220». Исследовались озера Керченской и Евпаторийской групп соленых озер Крыма: озера Аджиголь (150‰) и Кучук-Аджиголь (5‰), а также озера Сасык-Сиваш (280‰) и Кызыл-Яр (3,7‰), соответственно.

Отмечено, что концентрация ^{90}Sr в воде и донных отложениях озера Аджиголь была соответственно в 3,2 и 7,4 раза выше, чем в озере Кучук-Аджиголь. Концентрация ^{90}Sr в воде озера Сасык-Сиваш была в 20,8 раза выше, а в донных отложениях – в 7,5 раза меньше, чем в озере Кызыл-Яр. При этом, концентрация ^{90}Sr в воде озер Евпаторийской группы только для озера Сасык-Сиваш превышала таковую для черноморской воды в 1,7 раза. В озерах Аджиголь и Кучук-Аджиголь концентрация ^{90}Sr превышала черноморскую в 7,1 и 2,2 раза, соответственно. Такое различие в распределении ^{90}Sr по компонентам экосистем в исследуемых объектах зависит, прежде всего, от источников поступления этого радионуклида, гидрохимических особенностей и биогеохимических процессов, происходящих в этих водоемах.

Из полученных нами результатов следует, что уровень солености влияет на распределение ^{90}Sr в водной толще исследуемых объектов и на величину концентрации этого искусственного радионуклида в воде озер.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, грант 18-16-00001.

Изменение седиментационных потоков плутония в донные отложения Севастопольской бухты в период до и после аварии на ЧАЭС

Параскив А.А., Терещенко Н.Н., Проскурнин В.Ю., Чужикова-Проскурнина О.Д.

ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН», Севастополь, Российская Федерация, artem.paraskiv@mail.ru

Севастопольская бухта относится к акваториям повышенного экологического риска, который обусловлен комплексом факторов: сбросы значительного количества сточных вод в бухту, техногенная деятельность, сток реки Черной, а также ограничение водообмена бухты с открытой частью моря в результате строительства защитных молов. Одним из основных путей самоочищения водной среды от консервативных сорбционно-активных техногенных веществ является их элиминация с седиментационным потоком взвеси в донные отложения. К числу таких техногенных веществ относятся долгоживущие альфа-изотопы плутония (^{239}Pu и ^{240}Pu), поступившие в Черное море в основном в результате испытаний ядерного оружия в открытых средах (максимум – в 1962 г.) и аварии на ЧАЭС (максимум – 1986 г.).

Целью данной работы было проведение оценки изменения седиментационных потоков плутония в донные отложения устьевой части Севастопольской бухты в период до (1962 – 1986 гг.) и после аварии на Чернобыльской АЭС (1986-2013 гг.).

Для проведения исследования в 2013 г. был отобран керн донных отложений высотой 20 см в устьевой части Севастопольской бухты на глубине 15 м. Отбор проб осуществлялся акриловой трубкой с вакуумным затвором диаметром 57 мм. В дальнейшем керн нарезали на слои по 1 см и каждую пробу подвергали радиохимической обработке. Измерения проводили на альфа-спектрометрическом комплексе фирмы «ORTEC» (США), на основании которых определяли концентрацию активности ^{238}Pu и $^{239+240}\text{Pu}$ в каждом слое и затем проводили геохронологическую датировку донных осадков.

Был проведен расчет скорости осадконакопления для устьевой части акватории Севастопольской бухты за два периода: 1962-1986 гг. и 1986-2013 гг. Установлено, что в дочернобыльский период скорость осадконакопления в исследуемой части акватории бухты составляла 2,5 мм/год. В последующие годы она увеличилась до 4,7 мм/год. При этом также отмечено, что произошло увеличение скорости седиментации взвешенного вещества во второй период. До 1986 г. она составляла 1762 г/(м²·год), а после – увеличилась до 3012 г/(м²·год).

На основании полученных результатов было показано, что седиментационные потоки плутония увеличились на 33% в период после аварии на ЧАЭС. Так, в период 1962-1986 гг. седиментационный поток плутония в донные осадки бухты составлял 0,38 Бк г/(м²·год), а в период 1986-2013 гг. – 0,56 Бк г/(м²·год). В среднем по Черному морю чернобыльские радиоактивные выпадения составили около 10% от величины глобальных выпадений. Поэтому такое увеличение седиментационных потоков не могло быть обеспечено только за счет поступления чернобыльского плутония, а связано с увеличением потока седиментации взвешенного вещества в этой акватории. Также были рассчитаны запасы $^{239+240}\text{Pu}$ в донных отложениях устьевой части бухты, которые в указанные выше периоды времени составили 91,08 и 152,45 Бк/м² соответственно.

Таким образом, в результате проведенного исследования установлено, что седиментационный поток плутония в донные отложения устьевой части Севастопольской бухты увеличился на 33% после аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г., что связано с техногенным изменением водообмена этой части акватории бухты с открытым морем и усилением седиментационных процессов.

Работа подготовлена по теме государственного задания ФИЦ ИнБЮМ «Молисмологические и биогеохимические основы гомеостаза морских экосистем», номер гос. регистрации AAAA-A18-118020890090-2.

Накопление ряда техногенных радионуклидов в ихтиофауне пресноводных экосистем, подверженных длительному воздействию предприятий ядерного топливного цикла

Трапезников А.В., Трапезникова В.Н., Коржавин А.В., Николкин В.Н., Платаев А.П.

Институт экологии растений и животных Уральского отделения РАН, Екатеринбург, Российская Федерация, vera_zar@mail.ru

Цели и задачи исследования. Проанализировать многолетние данные по содержанию долгоживущих техногенных радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs в ихтиофауне Обь-Иртышской речной системы за период 2004-2016 гг. и Белоярского водохранилища за период с 1977 по 2018 гг. Выполнить радиационно-гигиеническую оценку рыбы как пищевого продукта по двум критериям: а) допустимые уровни удельной активности радионуклидов (СанПиН 2.3.2.1078-01); б) с использованием показателя соответствия B и неопределенности его определения ΔB (ГОСТ 32161-2013 и ГОСТ 32163-2013).

Актуальность. В связи с развитием ядерной энергетики многие водные экосистемы оказались подвержены поступлению радиоактивных веществ. В 1949-1952 гг., вследствие отсутствия надлежащих технологических систем обращения с жидкими отходами радиохимического производства, с ПО «Маяк» было сброшено 100 ПБк (2,75 млн. Кюри) радиоактивных отходов в реку Течу, входящую в Обь-Иртышскую речную систему. Часть этой активности была аккумулирована в пойме и донных отложениях Течи, другая - транзитом прошла дальше, поступив в гидрографическую систему рек Исеть-Тобол-Иртыш-Обь. Другим водным объектом, долгое время находящимся под влиянием предприятия атомной энергетики, является Белоярское водохранилище – водоем-охладитель Белоярской АЭС. Рыба, как элемент биоты, способна накапливать радионуклиды. Вместе с тем рыба является традиционным продуктом питания. Контроль уровня накопления техногенных радионуклидов в итиофауне является важным звеном в обеспечении безопасности человека.

Полученные результаты. Максимальные удельные активности ^{90}Sr и ^{137}Cs , превышающие установленные предельно допустимые уровни, зарегистрированы в ихтиофауне Течи, где по 11 видам рыб средние за период исследований величины составили, соответственно, $1314,8 \pm 882,5$ и $41,9 \pm 31,6$ Бк/кг. В реках Иртыш и Обь наблюдается более низкое и достаточно стабильное содержание радионуклидов в рыбе со слабо выраженными изменениями. В период с 1977 по 1989 гг. на Белоярском водохранилище были случаи накопления в рыбе водоема-охладителя техногенных радионуклидов в количествах, превышающих санитарно-гигиенические нормативы. В 1977 г. в районе Теплого залива была отловлена щука с содержанием ^{137}Cs 133 Бк/кг, а в 1980 г. в пробах плотвы установлено содержание ^{137}Cs , равное 155,4 Бк/кг.

Выводы. Рыба всех видов, обитающая в Тече, не пригодна для использования в пищу по критериям СанПиН 2.3.2.1078-01, ГОСТ 32161-2013 и ГОСТ 32163-2013. Рыба Обь-Иртышской речной системы, ареал обитания которой находится за пределами Течи, отвечает требованиям, предъявляемым к рыбной продукции. На ранних этапах работы Белоярской атомной станции были возможны случаи накопления в рыбе техногенных радионуклидов в количествах, превышающих санитарно-гигиенические нормативы. В настоящее время рыба Белоярского водохранилища полностью соответствует санитарно-гигиеническим требованиям по радиационному фактору и безопасна при употреблении в пищу.

Организация экспедиций и отбор проб ихтиофауны из Обь-Иртышской речной системы выполнены при финансовой поддержке проекта Комплексной программы УрО РАН № 18-9-4-9. Отбор проб материала из водоема-охладителя, пробоподготовка и измерение концентраций ^{137}Cs и ^{90}Sr в рыбе, а также интерпретация результатов выполнены в рамках государственного задания Института экологии растений и животных УрО РАН.

Концентрация растворенной и взвешенной форм ртути в морской пене и воде

Стецюк А. П.

ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН»,
Севастополь, Российская Федерация, alex-ra-777@mail.ru

Содержание ртути в составе взвеси может составлять значительную часть. Во время штормовой погоды происходит перемешивание верхнего слоя донных отложений, представляющих собой зону депонирования загрязнений, с придонным слоем воды. Чем меньше глубина, тем более насыщена поверхностная вода взвешенным веществом. В настоящее время нормирование воздействия ртути на морскую воду осуществляется по показателю предельно допустимой концентрации (ПДК) всех растворенных форм ртути [1].

Целью данной работы было определение вклада растворенной и взвешенной форм ртути в морской воде и пене в ее общее содержание. Для реализации цели был проведен анализ массива данных по содержанию ртути в акватории Черного моря с 2011 по 2017 гг.

Вода для исследования была отобрана в рейсах НИС «Профессор Водяницкий», а также с причалов бухт Севастополя. В штормовую погоду в 2018 г. были отобраны пробы воды и пены с поверхностного слоя Черного моря (44°39.167' N; 31°50.445' E). Все пробы воды разделяли путем фильтрации через нуклеопоровые ядерные фильтры с диаметром пор 0,45 мкм на две части – фильтрат и взвесь на фильтрах. Измерения концентрации ртути проводились на анализаторе «Хиранума-1» методом непламенной атомно-абсорбционной спектrophотометрии (метод холодного пара). Концентрация растворенной ртути в воде определялась в пересчете на литр, а во взвешенном веществе – на литр и на грамм сухой массы. Все данные за период 2011-2017 гг. были проанализированы по сезонам и глубине. Для каждой группы данных рассчитаны средние значения концентраций различных форм ртути.

Результаты показали превалирование растворенной формы ртути, при этом варьирование ее процентного содержания составило 66,3-85,8% от общего содержания ртути. Средняя концентрация взвешенной формы составила 14,1-33,7% от общего содержания ртути. Удельная концентрация ртути во взвешенном веществе варьировала от 5144 до 131317 нг·г⁻¹ сухой массы.

Среднее значение удельной массы взвешенного вещества варьировало от 0,6 до 3,0 г·м⁻³. В штормовую погоду удельная масса взвешенного вещества в морской воде составила 9,6 г·м⁻³, а в морской пене – 895,2 г·м⁻³. Концентрация растворенной формы ртути при этом в морской воде имела значение 55 нг·л⁻¹, а в морской пене достигла 200 нг·л⁻¹. Взвешенная форма ртути составила 20 нг·л⁻¹ в морской воде и 260 нг·л⁻¹ – в морской пене. Удельная концентрация ртути составила 2083 нг·г⁻¹ сухой массы для взвеси, полученной из морской воды и 290 нг·г⁻¹ сухой массы – для взвеси из морской пены.

По итогам исследования, можно сделать вывод, что наиболее корректным будет определение ПДК отдельно и для растворенных и для взвешенных форм ртути.

Работа выполнена по теме государственного задания ФИЦ ИнБЮМ № АААА-А18-118020890090-2.

Список литературы

1. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения: приказ Министерства сельского хозяйства РФ № 552 от 13.12.2016 [Электронный ресурс]. URL: www.pravo.gov.ru (дата обращения: 10.12.2018).

Распределение ^{137}Cs в абиотических компонентах озера Сасык-Сиваш и озера Кызыл-Яр

Мирошниченко О.Н., Мирзоева Н.Ю.

ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН», Севастополь, Российская Федерация, oksaniya_89@mail.ru

Соленые озера Крыма имеют важное бальнеологическое, промышленное и рекреационное значение. Они подразделяются на следующие основные группы: Перекопская, Керченская, Тарханкутская, Евпаторийская (Айзенберг и Каганер, 1966). Главным источником поступления техногенных радионуклидов в соленые озера Крыма были атмосферные выпадения после аварии на черновыльской АЭС в 1986 г. Дополнительным источником радиоактивного загрязнения соленых озер был Северо-Крымский канал, по которому до 2014 г. поступали воды Днепра с поставарийными радионуклидами (Гулин и др., 2016).

В данной работе исследованы соленые озера Крыма Евпаторийской группы – Сасык-Сиваш и Кызыл-Яр на содержание техногенного радионуклида ^{137}Cs . Выбор объектов исследования связан с противоположными механизмами распределения ^{137}Cs в абиотических компонентах этих озер, несмотря на близкое географическое расположение этих водоемов, но разные источники поступления техногенных радионуклидов. Целью работы было выявление закономерностей перераспределения этого радионуклида между водой и донными отложениями озер Сасык-Сиваш и Кызыл-Яр на протяжении 2016-2018 гг.

Определение содержания ^{137}Cs в воде озер проводили сорбционным методом с дальнейшей гамма-спектрометрией (Гулин и др., 2015). Определение ^{137}Cs в донных отложениях проводили с использованием полупроводникового германиевого детектора (Гулин и Гулина, 2009; Стокозов и Гулин, 2008).

Впервые была получена трехлетняя динамика содержания ^{137}Cs в воде и донных осадках исследуемых озер. Уровень ^{137}Cs в воде озера Сасык-Сиваш за период 2016-2018 гг. изменился с 83 по 142 Бк/м³, но в донных отложениях ^{137}Cs отсутствовал. В озере Кызыл-Яр наблюдалась противоположная тенденция. Уровень ^{137}Cs в воде изменился с 0,75 по 2,9 Бк/м³, а в донных осадках с 15 до 0 Бк/кг. На такой механизм распределения ^{137}Cs между компонентами озер влияет соленость водоемов. Так, в озере Сасык-Сиваш, обладающего очень высокой соленостью (в среднем 290‰), концентрация ^{137}Cs в воде была максимальной. А в озере Кызыл-Яр за исследуемый период соленость выросла с 3,5 до 7‰, при этом содержание ^{137}Cs в воде возросло, почти в три раза, а в донных осадках уменьшилось до нулевого значения. Из чего следует, что соленость озер играет решающую роль в накоплении ^{137}Cs водной средой. Отмечается, что уровни ^{137}Cs в донных отложениях соленых озер оказались ниже, чем в донных отложениях Черного моря. Так, средняя концентрация ^{137}Cs в донных отложениях Севастопольской бухты – 95,5 Бк/кг (Егоров и др., 2018).

Таким образом, при отсутствии источников поступления техногенных радионуклидов, уровни содержания ^{137}Cs в озерах изменяются, в основном, путем перераспределения ^{137}Cs между водной средой и донными отложениями в зависимости от солености водоемов.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда – грант № 18-16-00001.

Современное состояние распределения техногенных радионуклидов плутония ^{238,239,240}Pu в соленых озерах Крыма

Терещенко Н.Н.¹, Трапезников А.В.², Параскив А.А.¹,
Проскурнин В.Ю.¹, Платаев А.П.², Чужикова-Проскурнина О. Д.¹, Крылова Т.А.¹

¹ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН», Севастополь, Российская Федерация, ntereshchenko@yandex.ru

²Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Российская Федерация,

Техногенные радионуклиды, включая ^{238,239,240}Pu, начали поступать в окружающую среду после того, как человечество начало использовать атомные технологии, как в военных, так и в мирных целях. Для Крымского полуострова основными источниками антропогенных радиоактивных изотопов были глобальные радиоактивные выпадения после испытаний ядерного оружия в открытых средах, а также радиоактивные выпадения и поступление радионуклидов с речным стоком после аварии на Чернобыльской АЭС.

Радиозэкология плутония в соленых озерах Крыма представляет особый интерес, поскольку они обладают уникальными ресурсами. Вода (соленая рапа) как и донные отложения (илы) соленых озер являются ценным сырьевым и бальнеологическим ресурсом. Кроме того, соленые озера также являются источником биологических ресурсов: беспозвоночных, микроводорослей. Исследования соленых озер Крыма по распределению ^{238,239,240}Pu в компонентах их экосистем до недавнего времени не проводились. Сначала в 2016 году мы исследовали уровень ^{238,239,240}Pu в верхнем 0-5 см слое донных отложений озер. Целью данного исследования было изучение уровней техногенных радиоизотопов плутония ^{238,239,240}Pu в донных отложениях, а также в воде в 10 крупных соленых озерах Крымского полуострова из 4 географических (территориальных) групп: Евпаторийская, Тарханкутская, Перекопская и Керченская. Кроме поверхностного слоя 0-5 см были исследованы вертикальные керны донных осадков толщиной 0-30 см в озерах из каждой группы и выполнен сравнительный анализ уровней радионуклидов плутония в озерах и прилегающих районах Черного моря. Наиболее высокие значения концентрации активности изотопов плутония были определены в донных отложениях из озер разных групп: оз. Кызыл-Яр (419 ± 27), Джарылгач (443 ± 24) и Тобечик (451 ± 43 мБк/кг ^{239,240}Pu). Наименьшие значения – в трех исследованных озерах Перекопской группы. При исследовании профилей вертикального распределения ^{238,239,240}Pu в кернах донных отложений наибольшее значение (2 Бк/кг) зафиксировано в слое 10-15 см в озере Сасык-Сиваш из Евпаторийской группы. Уровень ^{239,240}Pu в поверхностных водах озер колебался в пределах 0,8-16,5 мБк/м³. Среднее значение ²³⁹⁺²⁴⁰Pu в воде для всех групп озер составляло 6,5 мБк/м³, тогда как в поверхностных водах в прибрежной зоне оно достигало 0,5, а в глубоководной зоне в западной части Черного моря – 1,7 мБк/м³.

Сравнительный анализ показал, что средние уровни ^{239,240}Pu в донных отложениях в 3 раза ниже в соленых озерах Крымского полуострова, чем в прибрежных экосистемах Черного моря. Но средний уровень ^{239,240}Pu в воде соленых озер был в 4-14 раз выше, чем в воде Черного моря. Соленость вод озер можно рассматривать как основной фактор, влияющий на распределение плутония в компонентах озерных экосистем, но гранулометрический состав донных отложений, источники вторичного поступления радионуклидов, наличие связи с водами прилегающих морей также сыграли значимую роль в распределении ^{238,239,240}Pu в озерных экосистемах.

Работа подготовлена по теме государственного задания ФИЦ ИнБЮМ «Молисмологические и биогеохимические основы гомеостаза морских экосистем», номер гос. регистрации АААА-А18-118020890090-2, а также при поддержке гранта РФФИ проект № 16-05-00134.

Дифференцированная оценка содержания ^{137}Cs на биогенном и литогенном взвешенном веществе в Черном и Азовском море

Сидоров И. Г., Мирошниченко О. Н., Проскурнин В. Ю.

ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН», Севастополь, Российская Федерация, sidorov.imbr@yandex.ru

Известно, что ^{137}Cs накапливается и оседает на морское дно, главным образом, в составе литогенного взвешенного вещества, особенно на частицах глинистых минералов [1, 2]. Поэтому параметры биогеохимического цикла этого радионуклида будут определяться в том числе динамикой баланса типов взвеси в водной среде.

Нашей целью было изучение содержания ^{137}Cs на взвешенном веществе различных районов Черного моря и в Азовском море. Были получены сравнительные данные по содержанию ^{137}Cs на взвеси для глубоководного и прибрежных районов Черного моря в поверхностном слое воды, а также для юго-западного района Азовского моря вдоль Керченского полуострова.

Результаты определения ^{137}Cs в сочетании с данными по содержанию ^{40}K позволяют оценить концентрирующую функцию различных типов взвеси – биогенной и литогенной [3]. Активность ^{137}Cs на взвешенном веществе западной халистазы составляла 7,1 Бк/кг, при содержании калия 2,3 гК/кг. Известно, что содержание калия в биогенном веществе в Черном море не превышает 3 гК/кг [4], таким образом, по представленным данным видно, что в районе западной халистазы взвесь была практически полностью образована биогенной фракцией. С другой стороны – на прибрежной станции около Ласпи была обнаружена значительная концентрация ^{137}Cs на взвешенном веществе – 111 Бк/кг, при этом количество калия даже превышало среднее для литогенного материала (25 гК/кг), что говорит о существенном преобладании литогенной фракции. В районе Каламитского залива (фильтрация проводилась на протяжении хода судна между Ласпи и Тарханкутом) наблюдались промежуточные значения активности ^{137}Cs и содержания калия на взвеси – 25,5 Бк/кг и 16 гК/кг соответственно.

Подобная закономерность – более высокая концентрирующая способность литогенной взвеси по сравнению с биогенной в отношении ^{137}Cs , наблюдалась и для Азовского моря. В связи с этим, можно предположить, что наличие в прибрежных акваториях значительных количеств литогенного взвешенного вещества создает дополнительный «сорбционный пул» для ^{137}Cs , который будет способствовать более интенсивному депонированию этого радионуклида в донных отложениях, чем в районах с преобладанием биогенной седиментации.

Работа подготовлена по теме государственного задания ФИЦ ИнБЮМ «Молисмологические и биогеохимические основы гомеостаза морских экосистем», номер гос. регистрации АААА-А18-118020890090-2.

Список литературы

1. Comans R.N., Haller M., Preter P.D. Sorption of cesium on illite: Nonequilibrium behavior and reversibility // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. – 1991. No. 55. – P. 433-440.
2. Sawhney B.L. Selective sorption and fixation of cations by clay minerals: A review // *Clay Minerals*. – 1972. – No. 20. – P. 93-100.
3. Gulina S.B., Gulina L.V., Sidorov I.G. et al. ^{40}K in the Black Sea: a proxy to estimate biogenic sedimentation // *Journal of Environmental Radioactivity*. 2014. Vol. 134. P. 21–26.
4. Гавшин В.М., Лапухов С.В., Сараев С.В. Геохимия литогенеза в условиях сероводородного заражения (Черное море). – Новосибирск: Наука, 1988.

Трансурановые элементы в глубоководных донных отложениях Черного моря

Проскурнин В.Ю., Терещенко Н.Н., Параскив А.А., Чужикова-Проскурнина О.Д.

ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН»,
Севастополь, Российская Федерация, v.proskurnin@imbr-ras.ru

Черное море является самым большим в мире аноксическим водоемом. С наступлением ядерной эры истории человечества Черное море подверглось радиоактивному загрязнению от двух основных источников антропогенной радиоактивности, воздействие которых имело принципиально различные пространственно-временные характеристики. Так, глобальные радиоактивные выпадения характеризовались достаточно однородным широтным распределением, а максимум выпадений пришелся на первую половину 1960-х годов. При этом радиоактивные выпадения после аварии на 4-м энергоблоке Чернобыльской АЭС носили пятнистый характер, и южный след выпадений достиг западной части Черного моря в начале мая 1986 г., после чего последовал вынос чернобыльских радионуклидов в северо-западную часть моря с водами Днестра и Дуная в первые годы после аварии. Оба упомянутых источника содержали изотопы плутония, впоследствии оказавшиеся одними из наиболее информативных трассеров для датировки донных отложений водоемов благодаря различной изотопной композиции в разных источниках его поступления. Оба упомянутых источника содержали кроме альфа-излучающих изотопов плутония (^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{240}Pu) низкоэнергетический бета-излучающий изотоп ^{241}Pu , являющийся материнским радионуклидом для ^{241}Am и обуславливающий увеличение содержания ^{241}Am в окружающей среде.

Целью настоящего исследования был анализ вертикального распределения $^{239+240}\text{Pu}$, ^{238}Pu , ^{241}Pu и ^{241}Am в донных отложениях западной части глубоководной зоны Черного моря, с последующей датировкой отложений и оценкой вклада ^{241}Pu в формирование современного запаса ^{241}Am .

Все пробы подвергались радиохимической обработке. $^{239+240}\text{Pu}$, ^{238}Pu и ^{241}Am определяли методом полупроводниковой альфа-спектрометрии, ^{241}Pu – жидкостно-сцинтилляционной альфа-бета-спектрометрии. Датировку донных отложений проводили методом геохронологической реконструкции их загрязнения плутонием.

Было обнаружено два хорошо различимых пика концентраций изучаемых радионуклидов: в слоях отложений с глубиной залегания 2,75-3,00 см и 4,0-4,5 см. В соответствии с распределением отношения активностей $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$ верхний пик был датирован 1986 г. (пик чернобыльских выпадений), а нижний – 1963 г. (пик глобальных выпадений). Полные запасы изучаемых изотопов в 2013 г. (дата отбора проб) составили: $^{239+240}\text{Pu}$ – $39,4 \pm 2,7$, ^{238}Pu – $1,7 \pm 0,2$, ^{241}Pu – не менее $26,7 \pm 4,0$, ^{241}Am – $17,2 \pm 0,7$ Бк/м². Доля запаса ^{241}Am , обусловленная распадом ^{241}Pu , в слое донных отложений, относящегося к дочернобыльской эпохе, составила 74%, а в слое чернобыльских выпадений и надлежащих слоях – 17%. Это отражает как отсутствие изотопа ^{241}Am в глобальных радиоактивных выпадениях, так и больший возраст более глубоких слоев донных отложений, обусловивший большую продолжительность распада ^{241}Pu и накопления ^{241}Am .

Работа подготовлена по теме государственного задания ФИЦ ИнБЮМ «Молисмологические и биогеохимические основы гомеостаза морских экосистем», номер гос. регистрации АААА-А18-118020890090-2.

²¹⁰Ро в некоторых компонентах экосистем крымского побережья Черного моря

Коротков А.А., Ревков Н.К., Лазоренко Г.Е.

ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН», Севастополь, Российская Федерация, a.korotkoff@mail.ru

Полоний-210 является одним из наиболее интересных для изучения природных радионуклидов, в первую очередь, ввиду своей высокой радиологической значимости. Он является основным вкладчиком в дозу облучения живых организмов. Радиологическая значимость ²¹⁰Ро для морской биоты обусловлена тем, что он – 100%-й альфа-излучатель с высокой энергией альфа-частиц (5,305 МэВ). Дозовый конверсионный фактор для ²¹⁰Ро имеет одно из самых высоких значений, установленных для радиоактивных элементов.

Основным путем поступления полония в моря и океаны служат атмосферные выпадения, где он образуется вследствие распада ²²²Rn и его дочерних продуктов. При поступлении в морскую среду ²¹⁰Ро включается в биогеохимические процессы, происходящие как на поверхности морей, так и в их толще. Преимущественно связываясь взвешенным органическим веществом, этот радионуклид сорбируется органическими частицами и включается в пищевые цепи.

В настоящей работе представлены результаты исследования способности отдельных компонентов морских экосистем прибрежной зоны вблизи Крымского полуострова накапливать природный радионуклид ²¹⁰Ро. Материал для работы был отобран во время ряда рейсов НИС "Профессор Водяницкий".

Концентрацию ²¹⁰Ро определяли в пробах воды и донных отложений.

В донных отложениях концентрации ²¹⁰Ро варьировали, в основном, в диапазоне 50-60 Бк/кг сухого веса. При этом для некоторых станций были отмечены как пониженные, так и более высокие значения от 16 до 80-100 Бк/кг. Наиболее высоким содержанием ²¹⁰Ро отличались донные отложения, отобранные в Каркинитском заливе (северо-западная акватория крымского побережья) и в районе Карадага.

Концентрации ²¹⁰Ро в тотальных пробах воды, отобранных с поверхности, варьировали от 0,5 до 1,4 Бк/м³, при этом 50% и более было связано со взвешенным веществом. Так, взвесь, отобранная в прибрежной зоне Каркинитского залива, содержала 15,4 Бк/кг сухого веса, в то время как концентрация ²¹⁰Ро в воде с этой станции была около 0,6 Бк/м³.

Кроме того, было определено содержание ²¹⁰Ро в зоопланктоне и представителе макропланктона *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, 1865, отобранном с помощью планктонной сети БР, в нескольких точках исследуемой акватории.

Изучение способности гидробионтов накапливать полоний представляет интерес в связи с относительно высокими уровнями концентрации этого радионуклида в морской биоте. Поскольку высокие его концентрации можно было ожидать у организмов-фильтраторов, содержание ²¹⁰Ро были определены в шести видах двустворчатых моллюсков, обитающих на мягком дне и образующих поясные и локальные скопления в различных районах прибрежной зоны Черного моря. Именно для моллюсков-фильтраторов получены наиболее высокие значения коэффициентов накопления (K_H) ²¹⁰Ро и, как следствие, – наиболее высокие эквивалентные дозы внутреннего облучения этих гидробионтов. Получены также данные об уровне накопления ²¹⁰Ро некоторыми видами рыб. Наиболее высокие концентрации ²¹⁰Ро обнаружены в органах пищеварения. Рассчитаны значения коэффициентов накопления и дозы для исследуемых гидробионтов.

Полученные данные могут быть полезны для дальнейшего изучения поведения ²¹⁰Ро в морской среде.

Работа выполнена по теме государственного задания ФИЦ ИнБЮМ № АААА-А18-118020890090-2.

Секция

**ЖИЗНЬ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ
МЕСТООБИТАНИЯХ:
АНОКСИЙНЫЕ/ГИПОКСИЙНЫЕ
БИОТОПЫ**

Жизнь в гипоксической и аноксической среде: сравнение Черного моря и гиперсоленых озер и лагун Крыма

Шадрин Н.В.

ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН»,
Севастополь, Российская Федерация, snickolai@yandex.ru

Жизнь в экстремальной среде раскрывает те возможности биологических систем всех уровней (клетка, особь, популяция, экосистема), которые в "нормальных" условиях, как правило, не проявляются. Это привлекает внимание многих биологов, но не у всех есть возможность с этим соприкоснуться в своих исследованиях. Г.Г. Поликарпову повезло, он работал на Черном море, где есть экстремальные местообитания, и предмет его исследований - стрессовое действие радиации на организмы и экосистемы. В последние десятилетия его очень интересовал вопрос возможности существования прокариотных и эукариотных организмов в аноксических глубинах Черного моря. Интерес был подогрев открытиями Н.Г. Сергеевой существования различных, как она считала, животных в аноксической зоне Черного моря. Г.Г. Поликарпов, исходя из существующих в различных разделах биологии данных, считал, что это не возможно. В частности, в нашей с ним переписке мы обсуждали возможные ошибки, которые привели/могли привести к некорректным выводам о существовании животных, в том числе и новых для науки, при постоянной аноксии. Например, вышла статья в специальном журнале с описанием неизвестного науке животного, найденного в аноксических условиях на дне Черного моря. В статье была фотография, по которой один энтомолог определил, что это - наземное животное, бродяжка, личинка щитовки. Щитовки – это насекомые из отряда равнокрылых. Как она там оказалась? Это мы обсудили и пришли к выводу, что она могла быть занесена ветром в центральную часть моря в сильный шторм и оттуда попала в аноксическую зону Черного моря. В сильные шторма может происходить перемешивание до глубины 500 м. В аноксической зоне разложение органики замедляется очень сильно, и есть шанс, что наземная личинка могла осесть на дно почти не разложившись. Г.Г. Поликарпов хотел, чтобы вышла статья с разбором этого примера в Доповідах НАНУ.

В Крыму имеется множество гиперсоленых водоемов, которые входят в число наиболее экстремальных местообитаний планеты. Повышение солености ведет к уменьшению растворимости кислорода в воде и молекулярной турбулентности. В результате этого, гипоксический и аноксический явления обычное явление в таких водоемах. Разница между Черным морем и гиперсолеными водоемами в том, что если в море падение концентрации кислорода, как правило, растянуто на десятки метров, то в озерах и лагунах, например, Сиваше, это падение происходит нередко на 0.2-1 м. Длительные исследования моря и озер/лагун подтверждают то, что многие одноклеточные способны нормально существовать в аноксической среде, а многоклеточные организмы-животные не могут весь свой жизненный цикл осуществлять в условиях аноксии. Вместе с тем, многие из них могут находиться достаточно долго в аноксической среде в стадии покоя. Вопрос этот все еще до конца не изучен, и много открытий здесь предстоит.

Работа подготовлена по теме государственного задания ФИЦ ИнБЮМ «Функциональные, метаболические и токсикологические аспекты существования гидробионтов и их популяций в биотопах с различным физико-химическим режимом», № 0556-2019-0003, номер гос. регистрации № АААА-А18-118021490093-4.

Жизнь во льду подледникового Антарктического озера Восток

Булат С.А.

ФГБУ «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», г. Гатчина, Ленинградской обл., Российская Федерация, bulat_sa@pnpi.nrcki.ru

Целью исследования был поиск микробной жизни в подледниковом Антарктическом озере Восток, анализируя поверхностный слой воды, вошедшую в ледовую скважину и быстро в ней замерзшую после трех вскрытий озера (5 февраля 2012 г., 25 января 2015 г. и 3 февраля 2015 г.). Образцы включали озерную воду, намерзшую на буровую коронку и замерзшую, а затем, разбуренную, в скважине.

Озеро Восток (270 x 70 км, 15,8 тыс. км², 6,1 тыс. м³, максимальная глубина 1,2 км) располагается в полуразломе (грабен) ниже уровня моря на 175 м под 4-км ледовым щитом, давление около 400 атм., температура -2,65°C, нет света, нет органики, ультра-олиготрофное, но супер-насыщено кислородом (по разным оценкам от 320 до 1300 мг/л), изолировано от поверхностной биоты как минимум 14 млн. лет назад. Полагают, что озеро существовало до начала оледенения Антарктиды около 35 млн. лет назад и содержало различные формы жизни.

Все образцы замершей воды оказались загрязнены в разной степени используемой нестерильной жидкостью для бурения – керосин с фреонами. Концентрации клеток, измеренные методом проточной цитофлуориметрии (SYBR Green агент, связывающийся с ДНК) варьировали от 167 (вода, замерзшая на буровой коронке) до 5,5 – 38 клеток/мл в различных образцах замерзшей в скважине воды. Тщательные ДНК анализы (амплификация и секвенирование бактериальных генов 16S рРНК), выполненные в условиях чистых помещений, выявили 53 филотипа. Из них только три филотипа прошли все контроли на контаминацию, включая сравнение с собственной библиотекой контаминантов (контроли на экстракцию и амплификацию ДНК, ультрачистая вода для обмывки льда, жидкость для бурения, пыль в чистых помещениях и пр.), а также экологический критерий (“Everything is everywhere, but, the environment selects” – Baas Becking, 1934).

Первые две находки были обнаружены после 1-го вскрытия озера [1] – до сих пор неидентифицированный и неклассифицированный филотип w123-10 (популяция клонов), показавший менее 86% сходства с известными таксонами и, видимо, представляющий некультивируемые *Parcubacteria Candidatus Adlerbacteria* с необычной биологией, и филотип 3429v3-4, показавший 93.5% сходства с *Herminiimonas glaciei* из *Oxalobacteraceae* (*Beta-Proteobacteria*) – водной ультра-микробактерией, выделенной из Гренландского керна льда GISP2 с глубины 3043 м (Loveland-Curtze et al., 2009). Образцы замерзшей воды после 2-го вскрытия озера не дали ничего интересного – только контаминанты. После 3-го вскрытия озера был обнаружен филотип 3698v46-27 (популяция клонов), который по последовательности генов 16S рРНК оказался конспецифичным сразу нескольким видам рода *Marinilactobacillus* of *Carnobacteriaceae* (*Firmicutes*). Среди них – *M. piezotolerans*, выделенный из морских осадков на глубине 4,15 м в глубоководной (4790,7 м) впадине Nankai Trough (Toffin et al., 2005). Отметим, что никакие архея не были обнаружены ни в каких образцах льда озерной воды.

Таким образом, три обнаруженных бактериальных филотипа могут представлять истинную микробиоту подледникового озера Восток.

Список литературы

1. Bulat S.A. Microbiology of the subglacial Lake Vostok: first results of borehole-frozen lake water analysis and prospects for searching for lake inhabitants // Philosophical Transactions of The Royal Society A Mathematical Physical and Engineering Sciences. 2016. V. 374 (2059) 20140292.

«Метановый парадокс» в Черном море

Малахова Т.В.

ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН»,
Севастополь, Российская Федерация, t.malakhova@imbr-ras.ru

Среди внутренних морей Черное море является одним из самых мощных метановых резервуаров, а изучению биогеохимии метанового цикла посвящено множество работ. Источниками метана в Черном море являются микробная продукция в донных осадках и водной толще, а также струйные метановые газовыделения, широко распространенные вдоль всего черноморского шельфа. Концентрация CH_4 в насыщенных кислородом верхних слоях Мирового океана часто превышает равновесные значения с атмосферой. Однако считается, что образование метана в воде в процессе микробного метаногенеза требует исключительно анаэробных условий. Этот феномен принято называть «метановым парадоксом», и он указывает на то, что Мировой океан является источником CH_4 для атмосферы.

Цель работы состояла в оценке горизонтальной и вертикальной структуры распределения метана и его связи с концентрацией хлорофилла «а» (*Chl-a*) как количественной характеристикой фитопланктонного сообщества в эвфотической зоне северной части Черного моря летом 2018 г.

Концентрацию CH_4 в поверхностном слое воды определили на 104 станциях, на 45 из которых также были определены вертикальные профили содержания CH_4 в слое 0–50 м. Распределение CH_4 в этом регионе показало выраженную пространственную неоднородность. Концентрация растворенного в поверхностной воде CH_4 для всех станций изменялась в диапазоне от 0 до 39,2 нмоль/л. Среднее значение рассчитанной величины потока CH_4 из воды в атмосферу составило 2,3 мкмоль/(м²·сут¹), а среднее насыщение метаном поверхностной воды – 460%. Рассчитанный интегральный поток CH_4 с исследованной акватории, площадь которой равна $88 \cdot 10^3$ км², составил 1,1 Кт CH_4 в год.

Вертикальное распределение CH_4 в эвфотическом слое воды продемонстрировало наличие концентрационных максимумов в подповерхностных слоях на глубоководных станциях. На вдольбереговом разрезе, где станции были не глубже 100 м, высокие концентрации CH_4 , достигающие 86 нмоль/л, наблюдались в основном в придонных горизонтах. Средняя концентрация метана в глубоководных профилях была в 2 раза ниже по сравнению с мелководными.

Аномально высокая концентрация метана, составляющая в придонном горизонте 269 нмоль/л и превышающая на порядок среднее содержание метана в прилегающих районах, обнаружена на станции в районе палео-русла Днепра. Вероятно, такое повышение связано с поступлением метана из газовых сипов, широко распространенных в этом районе.

Показан единый характер распределения CH_4 и *Chl-a* в эвфотической зоне исследованного района Черного моря. Подповерхностные концентрационные максимумы CH_4 в целом совпадали с расположением максимумов содержания *Chl-a*. Также установлено, что повышенному содержанию *Chl-a* (1,16 мг/м³) в поверхностной воде Феодосийского залива соответствовала максимальная концентрация CH_4 . В последние годы многие исследователи обнаруживали связь между продукционными характеристиками акватории и концентрацией метана. Так, например, сезонные исследования показывают, что пики цветения фитопланктона сопровождалось увеличением в воде концентрации CH_4 . Механизм образования метана в воде может быть связан с деструкцией различных метилированных молекул, содержащихся в растворенном органическом веществе, а также продуктах метаболизма нескольких видов фитопланктона. Показано также, что возможен метаногенез архей, закрепленных в анаэробных нишах на поверхности клеток фитопланктона.

Работа подготовлена по теме государственного задания ФИЦ ИнБЮМ, номер гос. регистрации АААА-А18-118020890090-2.

К оценке составляющих бюджета метана в Черном море

Артемюв Ю.Г.

ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН»,
Севастополь, Российская Федерация, yu.g.artemov@gmail.com

Работы по метановой проблематике в ФИЦ ИнБЮМ берут начало с момента открытия коллективом авторов под руководством Геннадия Григорьевича Поликарпова метановых газовыделений в сероводородной зоне в 1989 г. [1].

В дальнейшем акватория Черного моря послужила полигоном для многочисленных междисциплинарных международных исследований, связанных с явлением струйных газовыделений. Сотрудники Института приняли участие во многих приоритетных направлениях исследований, в том числе в изучении потоков струйного метана.

Было установлено, что струйная газовая разгрузка в Черном море проявляется в районах с различными геоморфологическими характеристиками: в палео-руслах рек Дунай, Днепр-Каланчак, Дон-Кубань, конусе выноса закавказских рек, западном континентальном склоне с прилегающим шельфом, северо-западном шельфе. Свыше 98% газовыделений располагались выше фазовой границы стабильности метановых гидратов (725 м для Черного моря), что свидетельствует о барьерном эффекте газогидратов в донных осадках. В глубоководной части Черного моря струйные газовыделения привязаны, в основном, к районам активного развития грязевого вулканизма и диапиризма. При этом, лишь в мелководной части Черного моря (в прибрежных районах, на шельфе и у верхней кромки континентального склона до глубин не более 262 м) газовые струи могут достигать поверхности моря из-за высокой скорости растворения содержащегося в пузырьках метана [2].

В ФИЦ ИнБЮМ был выполнен прямой подсчет скорости и объема поступления струйного метана в водную толщу Черного моря в 10-и уже исследованных и перспективных районах активных метанопоявлений от 3-х видов существующих в Черном море метановых струйных газовыделений, а именно: метановые сипы на аноксических глубинах до 725 м, индуцированные вертикальным тепловым потоком газовыделения в зоне стабильности газогидратов, грязевые вулканы. Было установлено, что среди рассмотренных источников поступления струйного метана наибольший вклад в воды Черного моря вносят метановые сипы на аноксических глубинах до 725 м, вклад других источников на порядки меньше. При этом, полученная оценка общей эмиссии струйного метана меньше, по крайней мере, в 2,5 раз, чем соответствующие оценки, определенные биогеохимическими методами.

Работа выполнена по теме государственного задания ФИЦ ИнБЮМ «Молисмологические и биогеохимические основы гомеостаза морских экосистем», № гос. регистрации АААА-А18-118020890090-2.

Список литературы

1. Полікарпов Г.Г., Єгоров В. М. Виявлено активні газовиділення з дна Чорного моря // Вісн. АН УРСР. 1989. № 10. С. 108 - 111.
2. Егоров В. Н., Артемюв Ю. Г., Гулин С. Б. Метановые сипы в Черном море: средообразующая и экологическая роль / ИнБЮМ НАНУ, Под ред. Г.Г. Поликарпова// Севастополь. НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2011. 405 с.

**Материалы из архивов
Геннадия Григорьевича Поликарпова
и отдела радиационной и химической
биологии ИнБЮМ**

КАРТОЧКА НАУЧНОГО СОТРУДНИКА
составлена Геннадием Григорьевичем Поликарповым (2012 г.)

	На русском языке
Личностные данные Ф.И.О.	ПОЛИКАРПОВ Геннадий Григорьевич
Дата рождения	1929-08-16
Занимаемая должность	Главный научный сотрудник
Сведения об образовании, научных степенях и ученых званиях:	Высшее, доктор биологических наук, профессор, академик НАН Украины
Полное название ВУЗа, год его окончания, специальность по диплому	Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, биолого-почвенный факультет. 1952. Зоолог.
Годы обучения в аспирантуре	1953-1956.
Научные степени (тема диссертации, специальность, год присуждения, название спецсовета)	1. Кандидат биологических наук «Особенности реакций радиационного последействия (Исследования на гидрах)». Радиобиология. 1957. Спецсовет биолого-почвенного факультета Московского государственного университета. 2. Доктор биологических наук «Проблемы морской радиоэкологии». Радиобиология. 1964. Спец-совет Объединенного Ученого Совета биологических наук Академии наук Украинской ССР
Ученое звание (специальность, год присвоения)	1. Старший научный сотрудник. Радиобиология. 1964. 2. Профессор. Радиобиология и гидробиология. 1968. 3. Член-корреспондент Академии Наук Украинской ССР. Гидробиология моря. 1967. 3. Действительный член (академик) Академии Наук Украинской ССР. Радиобиология. 1990.
Область научных интересов	Морская радиохеомоэкология
Общее количество публикаций. Список наиболее важных публикаций; участие в работе научных конференций, съездов, симпозиумов (в обратном хронологическом порядке)	Свыше 900 публикаций <u>Список наиболее важных работ:</u> Поликарпов Г.Г. Радиоэкология морских организмов // Под ред. В.П. Шведова. – М.: Атомиздат, 1964. – 295 с. Polikarpov G.G. Radioecology of aquatic organisms // Eds. V. Schultz & A.W. Klement, Jr. – Amsterdam: North Holland Publ. Co.; New-York: Reinhold Book Div., 1966. – 314 p. Поликарпов Г.Г. и др. Молисмология Черного моря // Под ред. Г.Г. Поликарпова. – К.: Наук. думка, 1992. – 304 с. Polikarpov G.G. // Radiat. Prot. Dosimetry. – 1998. – Vol. 75, № 1. – P. 181 – 185. Polikarpov G.G. et al. // Journ. the Black Sea/Mediterranean Environ-ment. – 2006. – Vol. 12, № 2. – P. 129 – 153. Поликарпов Г.Г. и др. Радиоэкологический отклик Черного моря на Чернобыльскую аварию // Под ред. Г.Г. Поликарпова и В.Н. Егорова. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2008. – 667 с.

	Поликарпов Г.Г. Экстремальная жизнь и создание ею самой себе зоны жизни в батииали Черного моря. МЭЖ, 2012, №3, С.
Характеристика научной деятельности (участие в выполнении наиболее важных программ, проектах научной тематики, в т.ч. международной)	<p>Работы в период 1986-2012 гг. проводились в рамках следующих национальных и международных проектов:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Госбюджетная тема ИнБЮМ НАНУ «Изучение радиохеомозкологических закономерностей миграции и действия радиоактивных, биогенных и ряда токсических веществ в Черном море и устье Дуная в условиях эвтрофикации в сравнении с сероводородными аналогами Мирового океана» (1991-1995 гг.). • Госбюджетная тема ИнБЮМ НАНУ «Изучение закономерностей радиоэкологических и молисмологических процессов перераспределения и действия радио-активных и химических факторов в экосистемах сероводородной и кислородной зон украинской акватории Черного моря для научного обоснования эффективной охраны и использования морской среды в целях устойчивого развития экономики Украины» (№ 0196U022104, 1996-1998 гг.). • Госбюджетная тема ИнБЮМ НАНУ «Исследование и количественная оценка экологической емкости черноморских акваторий Украины в отношении загрязнений ядерной и неядерной природы» (№ 0199U001390, 1999-2002 гг.). • Госбюджетная тема ИнБЮМ НАНУ «Изучение биогеохимических закономерностей формирования потоков радиоактивных, минеральных, органических веществ природного и техногенного происхождения и обусловленного ими экологического риска для популяций критических видов в Черном море» (№ 0103U001050, 2003-2007 гг.); • Госбюджетная тема «Изучение биогеохимических закономерностей формирования критических зон в Черном море» (2008-2012 гг.). • Госбюджетная тема «Разработка научных основ, методов и технологий сохранения и восстановления биоразнообразия морских экосистем» (2007-2011 гг.); • Бюджетная тема «Разработка радиотрассерных методов оценки экологической емкости морской среды» (2008-2011 гг.). • Бюджетная тема «Разработка методов радиационной экотоксикологии для нормирования качества морской среды» (2011-2013 гг.); • Целевая комплексная программа НАН Украины «Стратегические минеральные ресурсы» (2010-2012 гг.); • Конкурсная тематика НАН Украины, Российско-Украинская программа «Изучение динамики гидробиологических и биогеохимических процессов в зоне контакта редокс-клина с донными отложениями на континентальном склоне Черного моря» (2011 г.); • Целевая комплексная программа научных исследований НАН Украины «Комплексная оценка состояния и прогнозирования динамики морской среды и ресурсов Азово-Черноморского бассейна» (2010-2012 гг.). • Международная программа «Программа неотложных мер по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС» (ИнБЮМ НАН

	<p>Украины и ENEA-DISP (Рим, Италия), (1991-1992 гг.);</p> <ul style="list-style-type: none"> • Международная программа ЕС «Взаимодействие между Дунаем и северо-западной частью Черного моря» (EROS-2000, № 1С 20-СТ96-0065, 1995-1996 гг.); • INTAS Co-operation Agreement – № (1) 94-1221 (1995-1998 гг.); • Международная программа ЕС «Европейские системы река-море: Биогеохимическое взаимодействие между Дунаем и северо-западной частью Черного моря» (EROS-21, № EV5VCT 94-0501, 1996-1998 гг.) • Международная программа МАГАТЭ «Применение радиотрассерных методов для изучения процессов и загрязнителей в Черном море» (7400 RB, 1994-1996 гг.); • Международная программа МАГАТЭ «Оценка состояния морской среды Черного моря» (RER/2/003, 1996-2002 гг.); «Мидиевый дозор», Программа Международной Комиссии по научным исследованиям Средиземноморского бассейна (CIESM, Франция), (2004-2005 гг.); • ЕС RTD Project EVK3-СТ-2002-00080 «Поток метана в осадках морского дна: микробиологический и геохимический контроль (METROL)» (2002-2005); • ЕС RTD Project EVK2-СТ-2002-00162 “Вклад высокоинтенсивных газовых сипов в Черном море в эмиссию метана в атмосферу (CRIMEA)”, (2002-2006).
Участие в работе научных ассоциаций, советов и т.п.	<p>Действительный член Крымской академии наук, секция Мореведение.</p> <p>Член Ученого совета ИнБЮМ НАН Украины.</p> <p>Член редсоветов: Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment (Стамбул), Радиационная биология. Радиоэкология (Москва), Биология моря (Владивосток), Морской экологический журнал (Севастополь).</p>
Участие в научно-педагогической деятельности: количество и ФИО подготовленных докторов наук, кандидатов наук	<p><u>3 Доктора наук:</u> В.Н. Егоров (1987), С.Б. Гулин (2002), Г.Е. Лазоренко (2011).</p> <p><u>29 кандидатов наук:</u> В.П. Парчевский (1964); В.Н. Иванов (1965); Л.Г. Кулебакина (1967); А.Я. Зесенко (1967); А.А. Бачурин (1968); Д.Д. Рындина (1969); Н.-Р.Ф. Душаускене-Дуж (1969); Е.-Д.П. Марчуленене (1969); В.Г. Цыцугина (1969); З.К.-Калниня (1970); В.И. Тимощук (1970); Н.С. Рисик (1970); Н.В. Соколова (1970); Г.Е. Лазоренко (1971); А.А. Строганов (1971); А.А. Любимов (1973);</p>

	В.М.-В. Нянишкене (1973); В.Н. Егоров (1975); В.В. Андрющенко (1975); Т.М. Антоненко (1978); Э.Э. Велиханов (1978); С.М. Федорик (1985); Н.В. Демина (1986); Н.Н. Терещенко (1986); С.К. Светашева (1987); Ю.М. Ситник (1990) С.Б. Гулин (1990) М.Б. Гулин (1991) В.В. Сикоренко-Гусар (1996).
Руководство аспирантами	1 соискатель ученой степени доктора биологических наук (М.Б. Гулин)
Членство в отечественных и зарубежных научных обществах	Почетный член Международного союза радиозкологии (Франция). Постоянный член Международного Института экологии, секция Морская экология (Германия). Вице-президент Международного союза экоэтики (Германия). Член радиобиологического Общества РАН (Россия). Член Украинского радиобиологического Общества.
Премии, награды и почетные звания (в обратной хронологической последовательности)	Орден «Знак Почета» (1971 г.); Почетная Грамота Верховного Совета Украинской ССР (1979 г.); Грамота Верховного Совета Украинской ССР «За самоотверженную работу по ликвидации аварии на Чернобыльской атомной электростанции и устранению ее последствий» (1986 г.); Грамота Национального Комитета по Программе ЮНЕСКО «Человек и Биосфера» (1987 г.); Диплом и медаль профессора Н.В. Тимофеева-Ресовского из Медицинского радиологического центра Российской АМН, Россия (1995 г.); Почетная Грамота Президиума АН Украины и ЦК профсоюза работников АН Украины (1996 г.); Знак отличия НАН Украины «За научные достижения» (2008 г.); Награда (Award) и Золотая медаль В.И. Вернадского Международного союза радиозкологии, Берген, Норвегия (2008 г.); Орден «За заслуги» III степени (2009 г.); Знак отличия Верховного Совета Украины «20 лет Национальной Комиссии по радиационной защите населения Украины» (2011 г.); Благодарность премьер-министра Украины «За значний особистий внесок у виконання робіт з ліквідації наслідків Чорнобильської аварії та радіоактивного забруднення навколишнього природного середовища, виявлені при цьому мужність і високий професіоналізм» (2011 г.); Грамота Відділення загальної біології НАН України «За звитяжну працю та вагомий внесок у розвиток гідробіологічної науки» (2011 г.).

Отзывы иностранных ученых об открытии изотопной лаборатории ОРХБ²

Я давно чувствую, что материальные выгоды, включая минералы и другие конкретные ресурсы, - гораздо менее важны, чем человеческие ресурсы. В этом отношении биологическая лаборатория южных морей и особенно члены новой радиобиологической лаборатории имеет одну из сильнейших человеческих основ, которую я видел среди многих морских лабораторий. С такой основой работа - не только продуктивна, но и доставляет удовольствие. Мои коллеги и предшественники, писавшие в этой книге, увидели то же самое. Я уверен, что новая лаборатория и ее сотрудники будут иметь блестящее будущее, а я планирую поддерживать тесный контакт.

Большое спасибо.

Доктор Фрэнк Т. Мэнхейм
Геологическая служба, Вудс-Холл, США
1974 г.

Загрязнения не знают границ, поэтому изучение загрязнений должно проводиться на международном уровне. Ваша новая лаборатория является символом подобных исследований! Очень надеюсь на наше сотрудничество.

Искренне,

Томас У. Дьюк

Агентство по охране окружающей среды, Флорида, США (1974 г.)

Замечательный дух живет и работает в этой блестящей новой лаборатории. Мы многому научились, многое почерпнули, нам есть о чем рассказать дома!

Мы желаем всего Вам лучшего!!!

Профессор Тедор Р. Фолсом
Институт океанографии, Калифорния, США
28 сентября 1974 г.

Наш визит в Вашу новую лабораторию был заполнен очень приятными и полезными часами, в течение которых мы постигали Вашу тонкую работу и обменивались мыслями. Мы надеемся, что это только начало большого и плодотворного периода научного сотрудничества между нашими странами и нашими лабораториями в области морского загрязнения.

Наилучшие пожелания успехов Вам в будущем.

Проф. Роберт А. Дьюс

Институт океанографии, Кингстон, Род-Айленд, США

28 сентября 1974 г.

² Книга отзывов ОРХБ о посещении РБК зарубежными учеными

Фотоархив



Геннадий Григорьевич Поликарпов (студенческие годы)



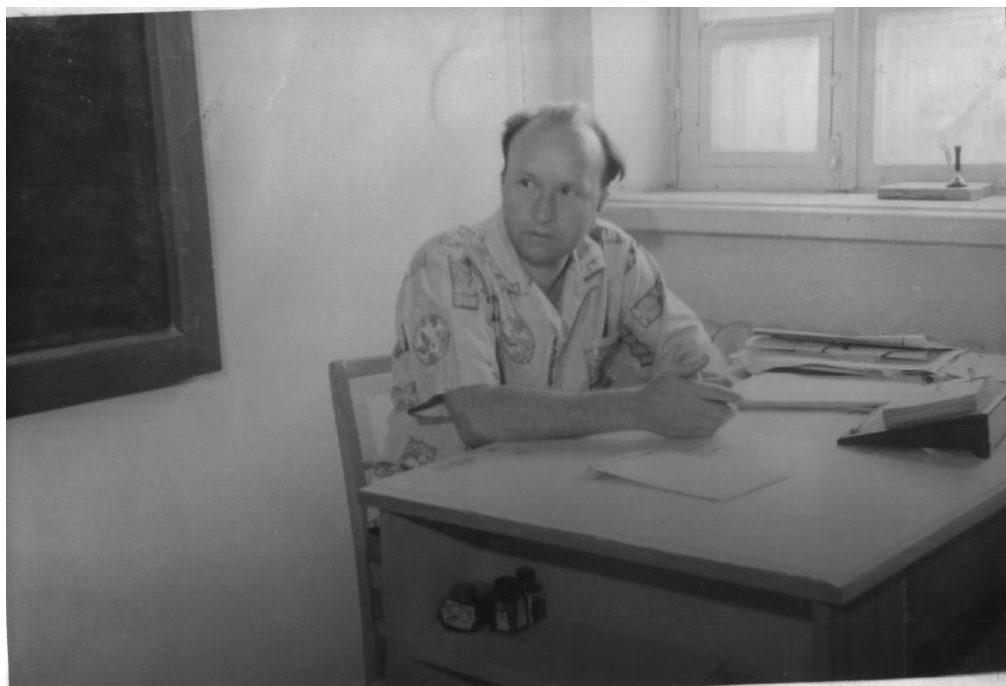
Геннадий Григорьевич Поликарпов с Николаем Владимировичем Тимофеевым-Ресовским и
молодыми коллегами, Москва, МГУ, 1960 г.
(слева-направо) 2 – М.М. Асланян, 3 – Г.Г. Поликарпов, 4 – А.Н. Тюрюканов,
5 – Н.В. Тимофеев-Ресовский, 6 – В.И. Корогодин, 7 – В.М. Глазер

Работа в Севастопольской биологической станции им. А.О. Ковалевского (СБС) - ИнБЮМ

Рабочие моменты:



Г.Г. Поликарпов в лаборатории биофизики/морской радиобиологии СБС:
манипуляции в боксе с радиоактивными изотопами



За рабочим столом: Г.Г. Поликарпов

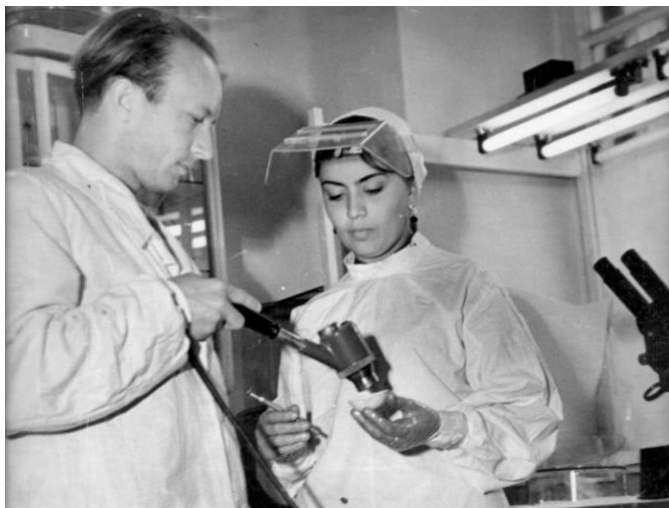
Работа в Севастопольской биологической станции им. А.О. Ковалевского (СБС) - ИнБЮМ



Сотрудники СБС им. А.О. Ковалевского (слева-направо): О.Г.Миронов, Г.Г. Поликарпов, В.П. Парчевский, Г.А. Ланинкин, В.П. Дьячкин, 1964 г.



Коллектив Отдела радиобиологии в конце 1960-х гг. (слева-направо) в первом ряду: 1 – А.В. Токарева, 2 – Н. Курилова, 3 – Н.А. Филиппов, во втором ряду: 1 – Нина Семеновна, 3 – Г.Е. Лазоренко, 4 – Н. Шпарбер, в третьем ряду: 1 – Л.Г. Кулебакина, 2 – В.А. Кораблева, 5 – Н. Соколова, 6 – Г.Г. Поликарпов, 7 – Л.И. Рожанская, 8 – С.А. Осипенко, 9 – Л.В. Мигаль, 11 – В.Г. Цыцугина, 12 – Г.А. Путилова, 13 – В.Д. Охрименко, в четвертом ряду: 1 – А.А. Бачурин, 2 – Г.А. Фрейман, 3 – А.А. Строганов, 4 – А.Я. Зесенко, 5 – Г.В. Баринев, в пятом ряду: 2 – О. Сердюков, 3 – В.Н. Иванов, 4 – Н.А. Лаврентьев, 5 – В.П. Парчевский, 6 – Н.С. Рисик, 7 – В.Н. Егоров.



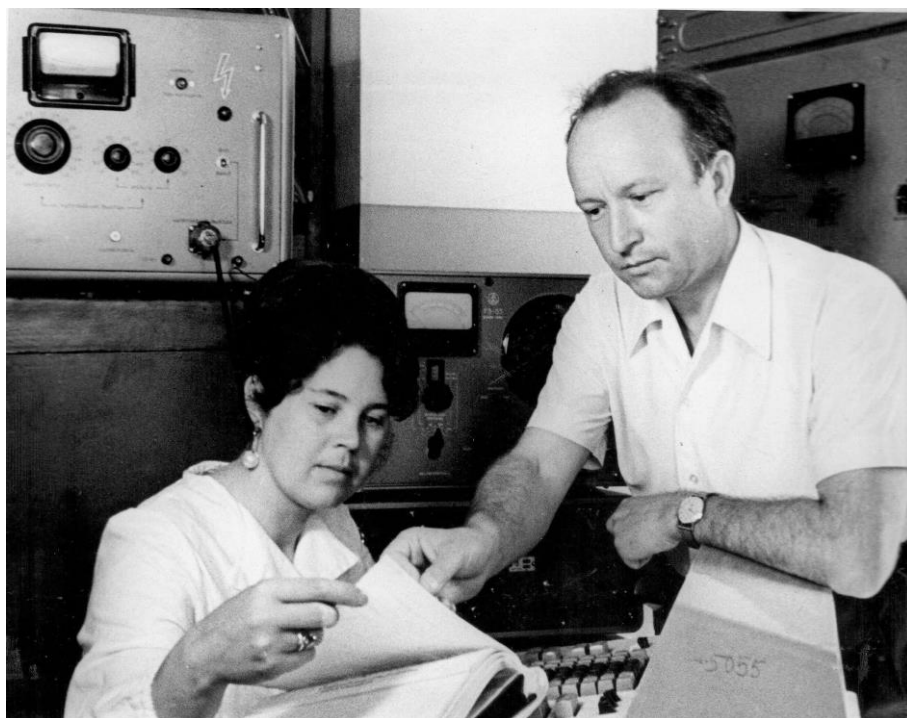
За работой со своими учениками:

Салтанат Турдыевой, 1958 г. (слева),

В.П. Парчевским
(центральное фото слева),

Д.Д. Рындиной (центральное фото справа)

Л.Г. Кулебакиной (фото внизу)



Коллектив Отдела радиобиологии перед переездом в новый Радиобиологический корпус, 1973 г.



Слева-направо: в первом ряду – 1 – Л.М. Сушня, 2 – Л.Г. Кулебакина, 3 – Г.Г. Поликарпов, 4 – Л.И. Рожанская;
во втором ряду – 1 – В.Н. Иванов, 2 – Е. Иванова, 3 – С.А. Осипенко, 4 – Г.Е. Лазоренко, 6 – Г.А. Путилова, 8 – Д.С. Парчевская,
9 – А.В. Токарева, 10 – Л.Н. Добушева;
в третьем ряду – 1 – А.Я. Зесенко, 2 – Н.А. Филиппов, 4 – В.П. Парчевский;
в четвертом ряду – 1 – О. Сердюков, 2 – А.А. Бачурин, 3 – Н.А. Лаврентьев

Планирование и строительство корпуса РБ



22 сентября 1971 г. – день закладки Радиобиологического корпуса
В центре – Г.Г. Поликарпов, слева от него В.И. Куликов



Строительство Радиобиологического корпуса ИнБЮМ в 1970-ых гг. Подготовка котлована.
Слева-направо: Г.Г. Поликарпов, В.И. Тимошук

В новом Радиобиологическом корпусе...



Здание Радиобиологического корпуса (РБК), 1973 г.



Радиобиологический корпус, ОРХБ. Г.Г. Поликарпов в своем рабочем кабинете

**Посещение ОРХБ РБК Президентом Академии наук СССР
академиком АН СССР Александровым А.П.**



На верхнем снимке в первом ряду справа-налево: 1 – В.Е. Заика, 2 – А.П. Александров, 4 – Г.Г. Поликарпов; во втором ряду слева-направо: 1 – Ю.П. Зайцев, 2 – О.Б. Спиранди
на нижнем снимке слева-направо: В.Е. Заика, Г.Г. Поликарпов, А.П. Александров

**Посещение ОРХБ РБК Президентом Национальной академии наук
Украины, академиком АН СССР Патонем Б.Е.**



На фото первый справа – Б.Е. Патон



На фото (слева-направо) в первом ряду: Ю.Н. Токарев, Б.Е. Патон, В.Е. Заика,
Г.Г. Поликарпов; первый во втором ряду – А.В. Ковалев

Совещания и конференции на базе ОРХБ



На фото (слева-направо): Лучник Н.В., Поликарпов Г.Г., Кузин А.М., Грезе В.Н.



На фото (слева-направо): Л.Г. Кулебакина, Г.Г. Поликарпов, Корогодин В.И.

Планы, Большие планы, ГРАНДИОЗНЫЕ планы



Г.Г. Поликарпов

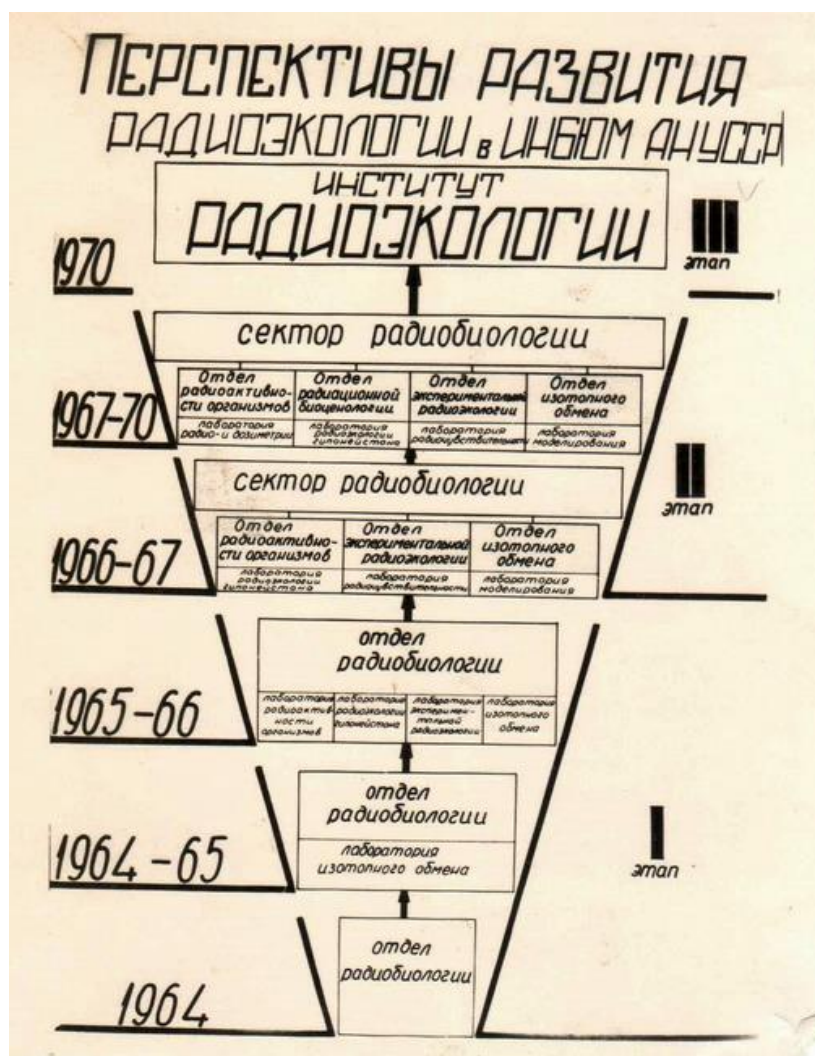


Схема перспективного развития радиоэкологии в ИнБЮМ АН УССР: изначально планировалось, что в РБК будут размещаться и развиваться только радиоэкологические и радиобиологические исследования, но впоследствии во благо коллег из других отделов, ютившихся в старом корпусе ИнБЮМ, в РБК были переведены и несколько других научно-исследовательских отделов ИнБЮМ.

Планы, Большие планы, ГРАНДИОЗНЫЕ планы

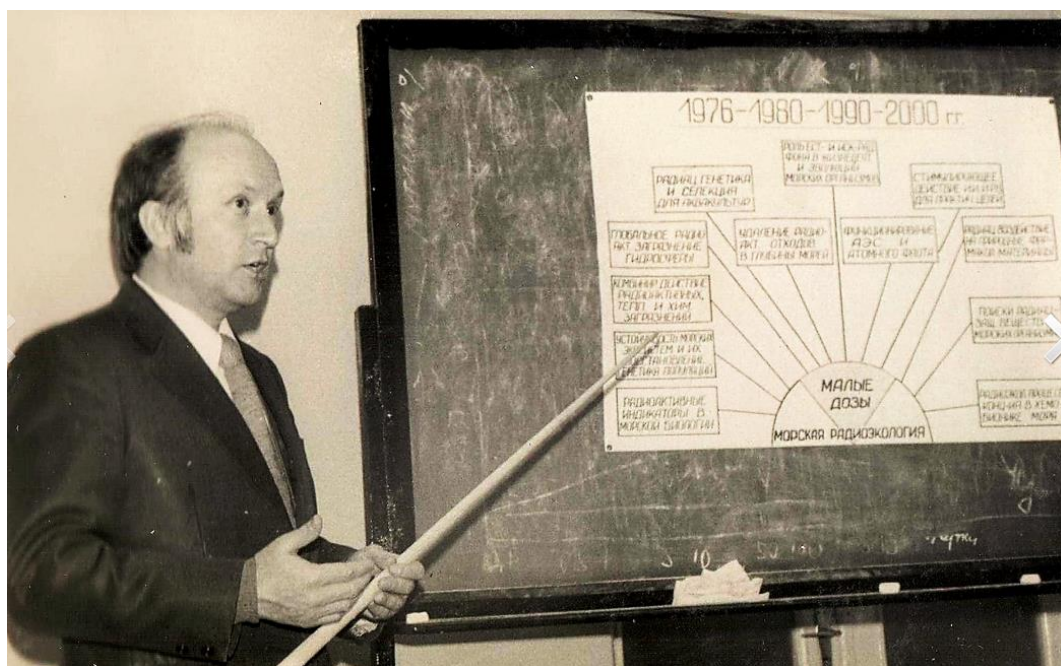


Схема направлений перспективного развития научных исследований в ОРХБ в 1976-2000 гг.

Планы, Большие планы, ГРАНДИОЗНЫЕ планы

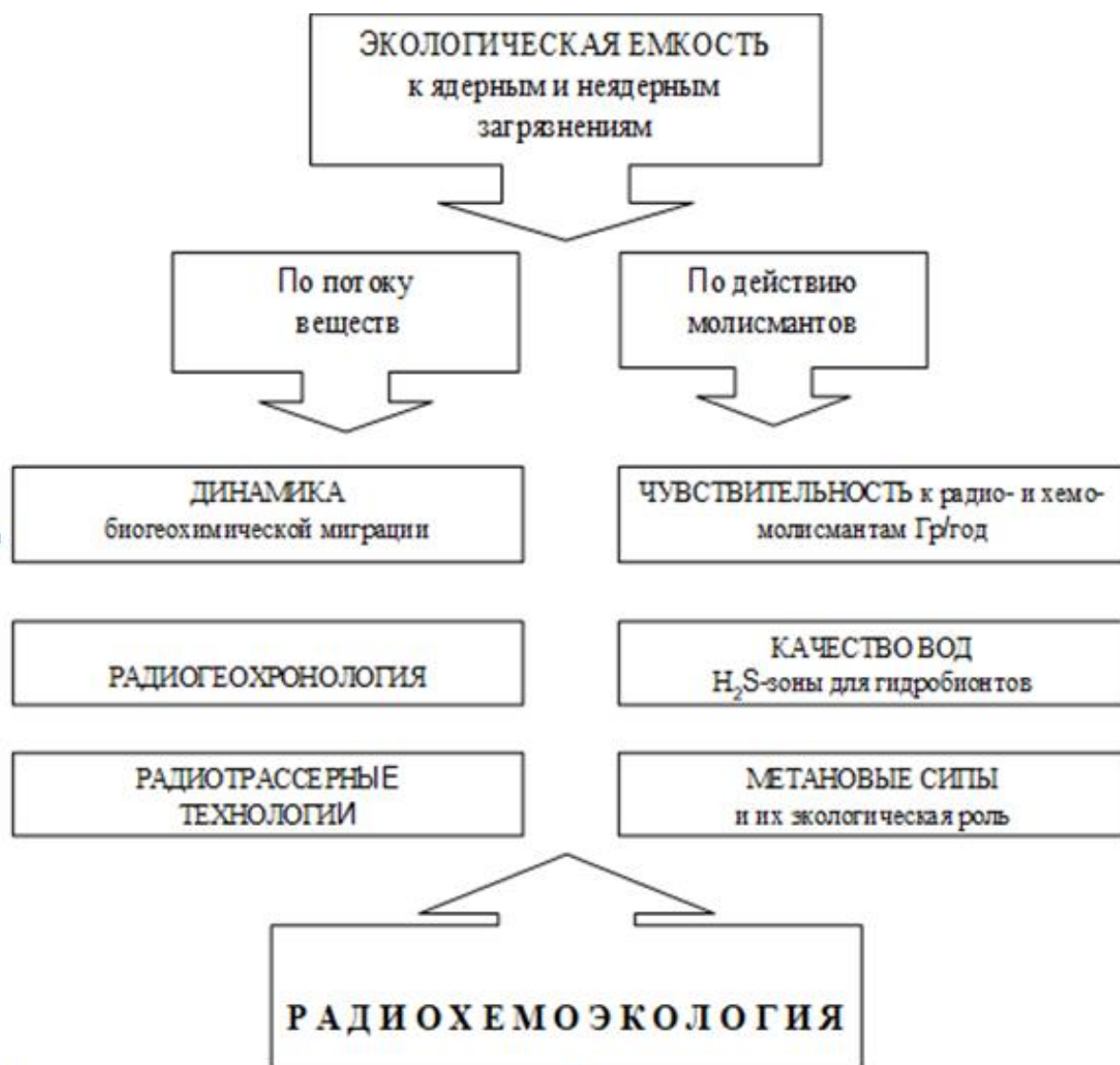


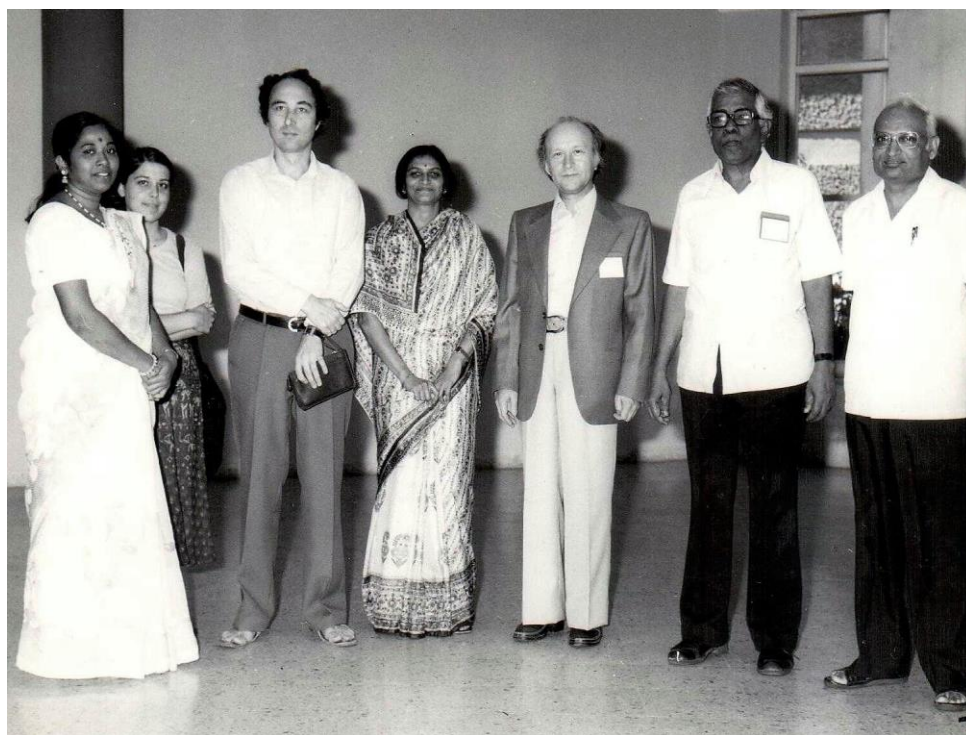
Схема направлений перспективного развития научных исследований
ОРХБ в 2000-2025 гг.

Международное сотрудничество



Г.Г. Поликарпов и Жак-Ив Кусто

26 сентября 1968 г. в кают-компании НИС «Академик А. Ковалевский» исследователь Мирового океана Капитан Жак-Ив Кусто пишет свое послание в Книгу почетных гостей



Г.Г. Поликарпов (3-й справа) с коллегами из Индии

Международное сотрудничество



Сидней, 1971 г. Справа-налево: 1 – А.В. Токарева, 4 – Г.Г. Поликарпов, 6 – Иванов В.И. и австралийские коллеги.



Г.Г. Поликарпов в Японии

Международное сотрудничество



Г.Г. Поликарпов успешно возглавлял секцию Исследования окружающей среды Международной лаборатории морской радиоактивности МАГАТЭ, Монако (1975-1979 гг.)



В зале заседаний. Г.Г. Поликарпов – эксперт от СССР на заседаниях комиссии Международной Морской Организации МАГАТЭ в Вене (1970-1984 гг.)

Международное сотрудничество



Международный семинар, Севастополь, 1994 г. (слева-направо):
Геннадий Г. Поликарпов, Питер Кафтри (Великобритания), А. Шелест



Международный семинар, Севастополь, 1994 г. (слева-направо):
Л.А. Радченко, Г.Г. Поликарпов, Д.Б. Стыро (Литва)

Международное сотрудничество



Вудсхолл, США, 1992 г. (слева-направо): В.Н. Егоров, Г.Г. Поликарпов, С.М. Коновалов, З.З. Финенко



Брюссель, Бельгия, 1999 г. (слева-направо): 1 - Рене Киршман (генеральный секретарь МСР), 4 – Г.Г. Поликарпов (вице-президент МСР)

Рейсы ОРХБ на НИС «Академик А. Ковалевский»



1968 г.: в первом ряду: 3 – А.Я. Зесенко; во втором ряду: 1 – Н.А. Филиппов;
в третьем ряду: 3 – В.Г. Цыцугина, 4 – Капитан НИС В.М. Буроминский,
5 – Г.Г. Поликарпов, 6 – Ю.П. Зайцев, 7 – Л.Г. Кулебакина



1985 г. (слева-направо): во втором ряду: 1 – В.И. Тимошук, 4 – Г.Г. Поликарпов, 5 – капитан
НИС, 10 – Н.Н. Терещенко, 11 – А.В. Токарева, третий ряд: 2 – В.Н. Егоров,
6 – С.К. Светашева, 7 – Н.А. Филиппов, 8 – Н.В. Демина

Рейсы ОРХБ на НИС «Профессор Водяницкий»



Международная экспедиция, 1990 г. (слева-направо): 1 – Л.Г. Кулебакина, 2 – В.Г. Цыцугина, 3 – Ю.М. Бурченко, 6 – А. Ааркрог, 7 – С.М. Коновалов, 8 – Г.Г. Поликарпов, 9 – А. Карачинцев



Международная экспедиция, 1990 г. (слева-направо): 4 – С. Ливингстон, 6 – Х. Ливингстон, 7 – Г.Г. Поликарпов

Участие в ликвидации последствий аварии на ЧАЭС



В 30-км зоне перед посещением «рыжего леса», 1990 г. (слева-направо):
2 – Корогодин В.И., 4 – Давыдчук В.И., 10 – Поликарпов Г.Г.



У водоема близ ЧАЭС, 1990 г. (слева-направо): 1 – Корогодин В.И.,
4 – Поликарпов Г.Г., 6 – Давыдчук В.И., 7 – Кулебакина Л.Г., 8 – Кутлахмедов Ю.А.

Участие в ликвидации последствий аварии на ЧАЭС



Международная экспедиция в 30-км зону ЧАЭС, 1990 г.



Группа международных экспертов у реактора ЧАЭС, конец 1980-х – начало 1990-х гг., (слева-направо): 2 – Жильбер Десмет, 3 – Рене Киршманн, 5 – Игорь Н. Рябов, 7 – Геннадий Г. Поликарпов.

С друзьями и коллегами



Ю.П. Зайцев и Г.Г. Поликарпов

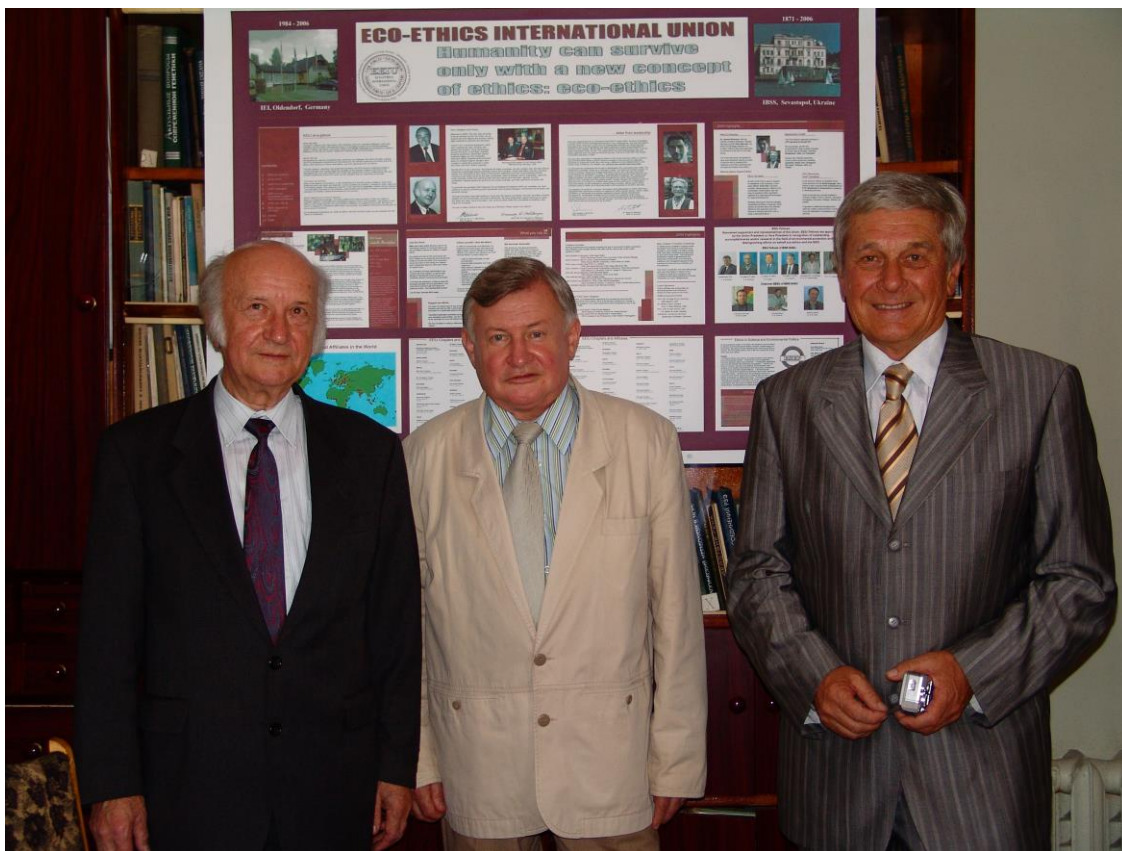


На фотографии (справа-налево): академик НАН Украины Г.Г. Поликарпов, академик НАН Украины В.И. Монченко, академик НАН Украины Ю.П. Зайцев.

С друзьями и коллегами



Германия, Ольдендорф (Луге), Международный институт экологии, Президент Международного союза экоэтики (МСЭЭ) проф. Отто Кинне (справа) и Вице-президент Международного союза экоэтики академик Г. Г. Поликарпов (слева)



Слева-направо: вице-президент МСЭЭ академик НАНУ Г.Г. Поликарпов, и действительные члены МСЭЭ академик НАНУ В.Н. Еремеев, академик РАН В.Н. Егоров

С друзьями и коллегами



Коллектив ОРХБ ИнБЮМ НАНУ у РБК в 1990-е гг.,
слева-направо в первом ряду: Л.В. Мигаль, С.Б. Гулин, Н.В. Жерко, Ю.Г. Артемов, О.В. Плотичина,
Л.А. Радченко, Г.Е. Лазоренко, М.Б. Гулин;
во втором ряду: С.А. Осипенко, Н.Н. Терещенко, С.К. Костова, В.Н. Егоров, Г.Г. Поликарпов,
Н.А. Щепинова, Н.Ю. Мирзоева, В.Д. Охрименко, В.П. Горбенко;
в третьем ряду: О.Б. Спиранди, Т.А. Крылова, Д.Б. Евтушенко, Н.Ф. Коркишко, Н.А. Стокозов, Г.И. Михайлина (гость),
Л.В. Малахова, А.И. Нежданов, Г.А. Путилова, З.М. Эксузян, Ю.Г. Марченко, Н.С. Рисик

Вручение награды в Бергене 18 июня 2008 г.



18 июня 2008 г. в Бергене (Норвегия) на Генеральной Ассамблее Международного союза радиоэкологии (МСР) академику НАН Украины Г.Г. Поликарпову была вручена высшая награда МСР: диплом В.И. Вернадского «В признание выдающегося вклада в развитие Радиоэкологии» и Золотая медаль В.И. Вернадского «За крупный вклад в радиоэкологию». Медаль вручается ученым по решению Генеральной ассамблеи МСР за выдающийся вклад в развитие радиоэкологии 1 раз в четыре года

Слева-направо: президент МСР д-р Ф. Брешиньяк, академик Г.Г. Поликарпов



Золотая медаль В.И. Вернадского «За крупный вклад в радиоэкологию»

Последние годы



Г.Г. Поликарпов, 2010 г.,
из архива Павла Поликарпова



Г.Г. Поликарпов, 2012 г.

Редкие минуты отдыха



В кругу семьи (слева-направо): И.Г. Поликарпов (сын), Р.Ф. Поликарпова (супруга), П. Поликарпов (внук), Г.Г. Поликарпов, О.Г. Поликарпова (дочь), А. Поликарпов (внук)

Отрывок из повести³, вдохновленный интервью с Г.Г. Поликарповым в его кабинете в радиобиологическом корпусе

Звягинцев долго плутал по кривым улочкам, мощенным крупным белым камнем, наткнулся на глухие глиняные заборы, поднимался и спускался по каким-то узким кривым лестницам, пока не выбрался на берег...

Вот, кажется, это здание – оно стоит несколько особняком на пустынном еще, почти не тронутом застройкой мыске, где-то между Артиллерийской и Карантинной бухтами. Направо, через голубое пространство рейда, виден Константиновский рavelин, налево – обрывистый берег древнего Херсонеса. А здесь – желтый, неухоженный берег и белое, строгое, несколько тяжеловатой архитектуры здание у самой воды.

Что действительно у самой воды, в этом он убедился, когда шагнул в профессорский кабинет, – в распахнутом окне напротив двери полоскалась веселая морская синь, и в лицо сразу пахнул волнующий йодистый запах подсыхавших на солнце водорослей; видимо, волны выбрасывают их на берег где-то совсем рядом, под окном... Да, жаль уезжать. Еще не накупался даже как следует, не насладился югом. Три недели пролетели как один день. А что сделано? Исписано два блокнота, но, честно говоря, сможет ли он выудить что-либо связанное из этих блокнотов – ему самому сейчас было неясно. И особенно неясно было, зачем он пришел вот сюда, в этот кабинет. Взять интервью у профессора? Но если что-то писать, наверное, надо хоть немного смыслить в предмете?

Думать об этом было уже поздно, и он шагнул в открытую дверь, на которую ему показала секретарша, как будто бросился головой в волну, – в это распахнутое прямо на море окно.

В кабинете были двое. Кто – хозяин? Но, видимо, все же осталось с далеких (хотя было ли все это когда-нибудь?) детских лет воспоминание о московском аспиранте, с удочками на плече шагающем по сельской тропинке рано утром на рыбалку... Иначе он скорее принял бы за хозяина кабинета крупного мужчину внушительного вида с седеющей шевелюрой. Но этот, внушительного вида, быстро договорив, ушел, и Звягинцев почувствовал на себе быстрый, внимательный, изучающий, и в то же время, как ни странно, было это сочетание, словно бы углубленный в себя, взгляд Антипина. Какую-то долю секунды он смотрел на Звягинцева очень серьезно. Хотя, может быть, просто он был еще во власти чего-то другого, своего. Но вот веселая искорка вспыхнула в его глазах. Антипин вышел из-за стола и протянул руку.

– Так вы моряк, оказывается. Занятно. С каких это пор военные моряки начали интересоваться вопросами биологии?

– Но у вас ведь не какая-нибудь, а все-таки морская биология, – попробовал отшутиться Звягинцев. А про себя подумал: «А не находите ли вы более странным совпадением, профессор, что нас обоих, выросших в глубине России, прибило каким-то ветром к морскому берегу? Впрочем, уже то, что мы оба росли на Волге, пожалуй, многое объясняет. Но не все». Сказать? Нет, он погодит объявляться. Тогда зачем пришел? Просто поглядеть на земляка-профессора? Пообщаться, что ли? А хотя бы и так?

– Располагайтесь, – Антипин кивнул на кресло у бокового столика. – Я – одну секунду. – Он снова прошел за свой стол, сел и стал что-то быстро писать.

Стараясь унять вдруг заколотившееся сердце – с чего бы это, никогда особой стеснительностью не страдал, – Звягинцев сел и окинул взглядом обстановку. Кабинет был небольшой, но уютный и весь так и блистал чистотой. Правую от двери стену до самого потолка занимали книжные стеллажи, тесно уставленные объемистыми томами в одинаковых переплетах, – видимо, это были выпуски научных трудов. В глубине, за письменным столом, виднелась полукруглая витрина, а в ней несколько морских экзотов –

³ Мигунова М.Г. Лето в Херсонесе: Повесть / Маргарита Мигунова. – Симферополь: Таврия, 1981. – 318 с.

огромная, зияющая розовой створкой раковина и такой же высокий, ослепительно белый, ветвистый коралл. На стенах – таблицы и диаграммы, портреты ученых.

Он встал, подошел к одному из портретов. Это был академик Вернадский – очки, седая бородка, спокойное, благородное лицо старого интеллигента. При чем здесь Вернадский? Кажется, он был минералогом? Ах да, учение о биосфере...

Увы, познания его в естественных науках слишком скудны. О чем же тогда они будут толковать с земляком-профессором? Ретироваться? Поздно.

Антипин, дописав что-то на листе бумаги, встал, отнес секретарше, вернулся, взял стул, сел напротив Звягинцева через столик и опять как-то уж очень внимательно глянул на гостя прямым, словно испытывающим взглядом. Узнал?

– Так какими же вы попутными ветрами к нам? – заговорил он быстро. – Ах да, очерки? О Севастополе? Ясно. И что же, без нас, биологов, там было никак не обойтись? И потом, почему вас интересует именно наш отдел? В институте много интересных исследований: по бентосу, по экологической физиологии, по теории обрастаний, наконец, – это, пожалуй, даже ближе к вам, морякам, а?

– Видите ли... – замялся Звягинцев. – Во-первых, вот мой документ, – он достал и протянул Антипину свое удостоверение.

Но профессор лишь молча повертел его в руках, раскрыл, закрыл и вернул, не сказав ни слова. Нет, он упорно не хотел узнавать своего земляка. Даже фамилия ему, видимо, ничего не сказала. А может быть, он никогда и не помнил такой фамилии – Звягинцев. Почему он должен был ее помнить?

– Видите ли... – продолжал Звягинцев, усмехнувшись этой своей мысли. – Я слышал, что у вас, в частности, в вашем отделе, сделаны какие-то весьма актуальные исследования, а для газетчика, это, как вы понимаете, хлеб. Я, конечно, знаю, что у вас время ограничено, но если нетрудно, введите меня хотя бы в двух словах в курс дела, а потом, уже более подробно, я мог бы побеседовать с кем-то из ваших сотрудников, например, – внезапно решил он сделать задний ход.

– В двух словах? Что ж, в двух словах можно, – согласился Антипин. – И побеседовать кое с кем тоже можно. А заодно пройдете потом по нашему зданию. Посмотрите, – он вдруг заулыбался, просиял даже весь как-то. – Да, да, ведь мы только недавно сюда въехали. Вот только что новоселье справляли! Еще и не все лаборатории оборудованы, часть сотрудников пока осталась в старом здании, но посмотреть можно... Нет, вы, кажется, меня неправильно поняли, – он вскочил, зашагал по кабинету. – Я вовсе не против вашего очерка. Пишите на здоровье! Как раз наоборот! Надо, надо писать! Я считаю, что нашу науку надо смелее пропагандировать. О ней мало еще кто знает, – я имею в виду именно морскую радиоэкологию. Прочтет ваши очерки какой-нибудь там вихрастый Вася или Петя, и вдруг загорится, а? Науке нужны серьезные, дерзкие, ищущие люди. Не просто кандидаты или доктора наук – нужны дерзновенные умы! Понимаете? Гении! Гении нужны! Профессоров много, а гениев... – Он развел руками. – Факты добывать умеем, а вот смелости, полета мысли...

Он рассмеялся, подошел к окну, посмотрел, щурясь, туда, в эту морскую синь, потом повернулся, сложил руки на груди... Видимо, вообще он был по натуре скор в движениях, юношески непоседлив и, как двадцать лет назад там, в деревне, мало походил на московского аспиранта, так и сейчас на профессора с крупным именем тоже походил мало. «Такие всегда все делают быстро», – быстро говорят, быстро смеются, быстро переходят от веселья к серьезности и обратно. Звягинцев вспомнил, как минут пятнадцать назад, когда он поднимался, не торопясь, осматриваясь по сторонам, сюда, на третий этаж, кто-то обогнал его на лестнице, перешагивая чуть ли не через три ступеньки сразу. Промчался, как метеор. Вот в такой вот кремовой в полоску рубашке... Да, молод еще профессор. Когда же успел все? Тоже вот так, через три ступеньки?

– Это вы что же, вот таким образом используете свой служебный отпуск? – поинтересовался Антипин, снова усаживаясь напротив. – Из племени тех, кто не умеет

отдыхать?

«А все же подозрительно интересуется моей особой», – отметил Звягинцев и поискал глазами пепельницу.

– У вас не курят?

– Нет, нет, пожалуйста, – хозяин подвинул ему что-то похожее на раковину.

– Знаете, флот – серьезная штука. Строгая. А человеку иногда хочется чего-то для души... – Звягинцев чиркнул спичкой, затянулся. – Недаром же сейчас некоторые так называемые технари вдруг начинают стихи писать, – засмеялся он.

– А некоторые для души начинают собирать этикетки от спичечных коробков, – сказал Антипин и, видимо, что-то представив себе, весело, от души рассмеялся.

– А что, на мой взгляд, тоже занятие, – возразил Звягинцев, что-то задело его в словах профессора. – Говорят, коллекционирование у нас в крови. От древнего инстинкта собирательства, свойственного, кстати, не только человеку, но и... Знаете, как иногда собака стаскивает кости к себе в конуру или в какой-нибудь тайник, хотя тут же и забывает о нем... Невольно подумаешь: а далеко ли мы ушли...

– От наших друзей четвероногих? – быстро подхватил, снова рассмеявшись, Антипин. – Хотя и мним себя богами? – Но тут же он нахмурился и даже поморщился несколько: – Знаете, я бы не стал опускать человека на четыре конечности даже в шутку. Тем более, что искать животное в человеке кое-где сейчас модно. Некоторые думают, что этим они сближают человека с природой, чтобы таким вот образом его с природой примирить. Кого с кем примирять, если человек – создание самой природы, самое великое ее создание, апофеоз ее творческих возможностей?! Ведь именно в лице человека природа не только познает самое себя, но и, если хотите, именно умом и руками человека, – он почему-то посмотрел на портрет Вернадского на стене, – она фактически сама себя преобразовывает.

Звягинцев поднял брови:

– Как? Что-то мудрено звучит...

Профессор засмеялся:

– Мудрено? А между тем, еще Владимир Иванович Вернадский задумывался над всем этим. Не читали Вернадского?

– Вернадского? – удивился Звягинцев. – Да нет, не приходилось.

Антипин, помолчав, задумчиво побарабанил пальцами по столу, потом снова вскочил, прошелся по комнате, остановился у стены, снова посмотрел на портреты. – В свое время кое-кто обвинял Вернадского в идеализме. А между тем, ведь он в некоторых вопросах даже недооценивал роли идеального в природе, исключал идеальные явления из области научного знания, и даже избегал употреблять слово «жизнь», заменяя его словосочетанием «живое вещество». Видите? Даже гении в трудных поисках истины иногда могут заблуждаться, даже великие провидцы!

– Простите, и в чем же он был великий провидец? – спросил Звягинцев, махнув рукой на свое несколько ноющее, как больной зуб, самолюбие. – Понимаете, мне немного трудно следить за ходом ваших мыслей, ведь я не биолог...

– В чем он оказался провидцем? – повторил Антипин, взглянув на Звягинцева все тем же словно вдруг задумавшимся взглядом. – Да хотя бы в том, что именно он еще в середине двадцатых годов предугадал тот колоссальный взлет человеческой мысли, науки, техники, который мы видим сегодня. Он уже тогда предвидел то влияние, которое во все возрастающей степени будет оказывать человек на окружающую его природу, на всю жизнь планеты. Еще в 1925 году Вернадский отмечал, что в биосфере планеты появилась новая геологическая, а может быть, и космическая сила... Что он имел в виду? Разум человека, его научную мысль, которая через общественно организованный труд стала менять и перестраивать саму природу Земли. Да, не только свою собственную человеческую историю, но и природу Земли, планеты. Правда, о том, что человек, в своей деятельности выступает как субъект, управляющий всеми силами природы, говорил еще Маркс. Но что интересно: Вернадский по ряду обстоятельств не мог знать этих слов Маркса, он пришел к тому же

выводу своим путем – путем естествоиспытателя, ученого, изучающего не общественные, а естественные науки. И таким образом он как бы подкрепил тезис Маркса с другой стороны – базисом естественных наук. Понимаете, какая любопытная штука?

– Гм...– Звягинцев засмеялся. – А я до сих пор считал, что Вернадский – это что-то из области минералогии.

Вошла секретарша, положила что-то Антипину на стол.

– Спасибо, – кивнул он.

– Виктор Михайлович, – секретарша остановилась в дверях и кинула недовольный взгляд на Звягинцева, так ему во всяком случае показалось. – Только что звонили. Говорят – уже выехали. Скоро будут.

– Хорошо, спасибо, – сказал Антипин, и снова повернулся к Звягинцеву.

Секретарша закрыла дверь.

– Вернадский, действительно, начинал как минералог, вы не ошиблись, – продолжал Антипин. – Но его особенность как ученого в том, что он рассматривал вопросы минералогии в живом историческом аспекте. И это логически привело его к изучению происхождения и развития не только отдельно взятых пород земной коры, но и к вопросам развития, эволюции вообще, то есть в планетарном масштабе. Да, этот великий мыслитель был великим оптимистом. Базируясь на выводах, которые он делал из законов естествознания, он пришел к заключению, что будущее прекрасно, что наша Земля в конце концов станет царством разума – отсюда этот термин «ноосфера», слышали? – что человек сможет постичь самые тайные законы природы и научиться ею сознательно управлять. То есть сумеет овладеть теми процессами, которые до сих пор происходили в природе стихийно, и сможет их разумно направлять, регулировать. Вот так! А вы говорите!.. А вы говорите, что человек – четвероногое, – снова засмеялся он и встал, опять прошелся туда-сюда по кабинету. – Как учил нас уважаемый Козьма Прутков – не надо упрощать. Или он этого не говорил?

– Значит, управлять, направлять, регулировать? – Звягинцев поднял брови, подумал. – Звучит это как-то, знаете...

– А почему мы должны сторониться этих слов? – возразил Антипин. – Опять же, напомню, у Маркса мы встречаем выражение: «...становление природы человеком...» Не «покорение природы», а «становление» ее. Здесь есть некоторый нюанс. Чувствуете?

Он прошел за свой стол, сел, помолчал, задумчиво поигрывая авторучкой.

– Другой вопрос, – продолжал он, быстро взглянув на Звягинцева, – другой вопрос: что мы должны сейчас рассматривать все эти проблемы исходя из конкретной обстановки. Вернадский умер за несколько месяцев до взрыва в Хиросиме. Поколебало бы это его оптимизм? Думаю, что нет. И все же в то время еще никто не мог предвидеть, насколько остро встанут вопросы взаимоотношения человека с природой в наши дни. Да, только сейчас мы начали вплотную осознавать всю опасность неразумного вмешательства в природные процессы. Не говоря уже о том, что в наши дни, при современном могуществе науки и техники возникают силы, которые могут прямо угрожать существованию не только человека, но и самой природы в целом. Да, тот же Вернадский не смог этого предугадать, хотя и говорил многократно о геологической силе воздействия человека на жизнь планеты. А вот каков может быть характер этого воздействия? Так? В общем, все это вместе взятое заставляет нас, веря в силу нашего разума, в то же время проявлять величайшую осторожность в нашей практической деятельности...

**Дорогие и возлюбленные мои ученики
и соратники в Отделе РХБ!**

**Растроган вашим вниманием, памятью и солидарностью в
нашем общем деле!**


**Фактически ТрехКитовая Морская РадиоХемоЭкология
спаяла всех нас навсегда в Одну Единую Жизнь - Жизнь Отдела
РХБ. Поэтому у меня никогда не возникало даже мысли оставить
свое детище на произвол судьбы.**

**Наш отдел - самый сильный и защищенный в ИнБЮМ.
Он богат вами, первоклассными специалистами, каждым в
своей сфере и на своем посту!**

**Вместе - по пути жизненного прогресса на волнах
неугомонного Времени!**

**Неизменно ваш
молодой душой, как и каждый из вас,
Поликарпов Г.Г.**

16.08.2006



Электронное научное издание

Радиохемозкология: успехи и перспективы:
материалы чтений
памяти академика Г.Г. Поликарпова

Компьютерная верстка:

Проскурнин В.Ю.
Коротков А.А.

ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН»
г. Севастополь, пр. Нахимова, 2.
тел. +7 (8692) 54-41-10
факс +7 (8692) 55-78-13
E-mail: imbr@imbr-ras.ru



ISBN 978-5-6042938-3-6

